

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-510924

(P2003-510924A)

(43) 公表日 平成15年3月18日 (2003.3.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ド (参考)
H 0 4 R 1/20	3 1 0	H 0 4 R 1/20	3 1 0 5 D 0 1 8
G 0 1 S 7/526		G 1 0 K 11/30	Z 5 D 0 2 0
G 1 0 K 11/178		H 0 4 R 1/32	3 1 0 Z 5 D 0 6 1
11/30		3/02	5 D 0 6 2
H 0 4 R 1/32	3 1 0	3/12	5 J 0 8 3

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全109頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-526302(P2001-526302)
 (86) (22) 出願日 平成12年9月29日(2000.9.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成14年3月29日(2002.3.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB00/03742
 (87) 国際公開番号 WO01/023104
 (87) 国際公開日 平成13年4月5日(2001.4.5)
 (31) 優先権主張番号 9922919.7
 (32) 優先日 平成11年9月29日(1999.9.29)
 (33) 優先権主張国 イギリス (GB)
 (31) 優先権主張番号 0011973.5
 (32) 優先日 平成12年5月19日(2000.5.19)
 (33) 優先権主張国 イギリス (GB)

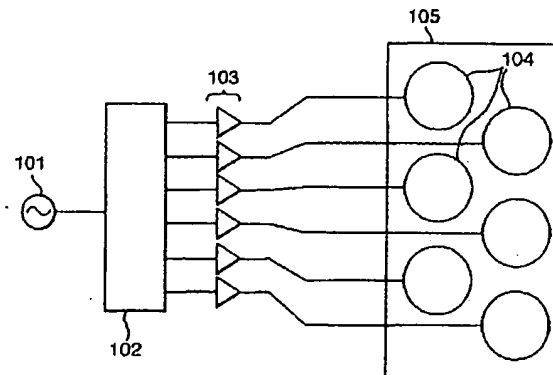
(71) 出願人 1. . . リミテッド
 イギリス国、ケンブリッジ、カウリイ ロード、セント ジョーンズ イノベーション センター
 (72) 発明者 ブーレイ、アンソニー
 イギリス国 ケンブリッジ、カウリイ ロード、セント ジョーンズ イノベーション センター、1. . . リミテッド
 (72) 発明者 トロートン、ポール、トーマス
 イギリス国 ケンブリッジ、カウリイ ロード、セント ジョーンズ イノベーション センター、1. . . リミテッド
 (74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響指向方法および装置

(57) 【要約】

本発明は可聴ステアリングアンテナおよび多様な効果を達成するためのそれらの使用に関する。本発明は入力信号を取り入れ、それを数回複写して各レプリカを修正した後で所望の音場が生成されるように各出力トランスジューサへ送る。この音場は指向されたビーム、集束ビームまたはシミュレートされた音源を含むことができる。さらに、既存の音場内にヌル（無音又は閑静なスポット）を生成するように“反音”を指向させることができる。入力信号レプリカはその振幅を変化させたりフィルタリングして所望の遅延を与えるように修正することもできる。反射または共振面を使用してサラウンド音響効果を実現することができ、マイクロホンやラウドスピーカアレイの前に配置することができ、光線を使用して現在の焦点位置を識別することができ、制限装置を使用して同じ装置から二つ以上の入力信号が出力される時にクリッピングや歪が低減されるのを保証することができ、ビーム指向性の概念を使用して入力トランスジューサアレイにより構成されるマイクロホン内の入力ヌルまたはビームを達成することができる。さらに、音場整形



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 各チャネルを表わす複数の入力信号が空間内のそれぞれ異なる位置から生じるように見えるようにする方法であって、前記方法は、

空間内の前記各位置に反射または共振面を設けるステップと、

空間内の前記位置から速く出力トランスジューサのアレイを設けるステップと、

前記出力トランスジューサのアレイを使用して、各チャネルの音波を空間内のそれぞれの位置へ指向させて前記音波が前記反射または共振面により再伝播されるようにするステップと、を含み、

前記指向させるステップは、

各トランスジューサについて、チャネルの音波が空間内のそのチャネルに関する位置へ向けられるように、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および空間内の前記各位置に従って選択される各遅延だけ遅延された各入力信号の遅延されたレプリカを得るステップと、

各トランスジューサについて、各入力信号の各遅延されたレプリカを合計して出力信号を作り出すステップと、

出力信号を各トランスジューサへ送るステップと、

を含む方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法であって、各出力トランスジューサについて、入力信号の遅延されたレプリカを得る前記ステップは、

前記入力信号を前記予め定められた回数だけ複写して各出力トランスジューサに関するレプリカ信号を得るステップと、

各出力トランスジューサのアレイ内の位置および空間内の前記各位置に従って選択される前記各遅延だけ前記入力信号の各レプリカを遅延させるステップと、

を含む方法。

【請求項3】 請求項1または2記載の方法であって、さらに、

各出力トランスジューサとその入力信号に関する空間内の位置との間の距離を求め、

信号チャネルに対する各トランスジューサからの音波が空間内の前記位置に同

時に到達するように各遅延値を引出す、ことにより、

前記遅延ステップの前に、各入力信号レプリカに関する各遅延を計算するステップを含む方法。

【請求項4】 請求項1から3のいずれかに記載の方法であって、さらに、前記複数の入力信号の中の一つを反転させるステップと、

各出力トランスジューサについて、前記反転された入力信号から引出された音波が空間内のその位置のその入力信号から引出された音波を少なくとも部分的にキャンセルするように空間内の位置へ向けられるように、各トランスジューサのアレイ内の位置に従って選択される各遅延だけ遅延された前記反転された入力信号の遅延されたレプリカを得るステップと、

を含む方法。

【請求項5】 請求項4記載の方法であって、各出力トランスジューサについて、前記反転された入力信号の遅延されたレプリカを得る前記ステップは、

前記反転された入力信号を前記予め定められた回数だけ複写して各出力トランスジューサに関するレプリカ信号を得るステップと、

各出力トランスジューサのアレイ内の位置に従って選択される各予め定められた遅延だけ前記反転された入力信号の各レプリカを遅延させるステップと、

を含む方法。

【請求項6】 請求項4または5記載の方法であって、前記反転された入力信号はそこから引出された音波が空間内の前記位置におけるその入力信号から引出された音波を実質的にキャンセルするようにスケーリングされる方法。

【請求項7】 請求項6記載の方法であって、前記スケーリングは、反転されている入力信号について、空間内の前記位置における音波の大きさを求め前記反転された入力信号から引出された音波がその位置における大きさと実質的に同じ大きさを有するように前記スケーリングを選択することにより選択される方法。

。

【請求項8】 請求項1から7のいずれかに記載の方法であって、前記表面の少なくとも一つは部屋その他の永久構造の壁により提供される方法。

【請求項9】 各チャンネルを表わす複数の入力信号が空間内のそれぞれ異なる

る位置から生じるように見えるようにする装置であって、前記装置は、

空間内の前記各位置における音響反射または共振面と、

空間内の前記位置から遠い出力トランスジューサのアレイと、

前記出力トランスジューサのアレイを使用して、各チャネルの音波を空間内のそのチャネルのそれぞれの位置へ指向させて前記音波が前記反射または共振面により再伝播されるようにするコントローラと、を含み、

前記コントローラは、

各トランスジューサについて、チャネルの音波が空間内のその入力信号に関する位置へ向けられるように、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および空間内の前記各位置に従って選択される各遅延だけ遅延された入力信号の遅延されたレプリカを得るようにされている複写および遅延手段と、

各トランスジューサについて、各入力信号の各遅延されたレプリカを合計して出力信号を作り出すようにされている加算器手段と、

チャネル音波がその入力信号に関する空間内の位置へ向けられるように出力信号を各トランスジューサへ送る手段と、を含む装置。

【請求項10】 請求項9記載の装置であって、前記コントローラは、さらに、

各出力トランスジューサとその入力信号に関する空間内の位置との間の距離を求め、

信号チャネルに対する各トランスジューサからの音波が空間内の前記位置に同時に到達するように各遅延値を引出す、ことにより、

各入力信号レプリカについて各遅延を計算する計算手段を含む装置。

【請求項11】 請求項9または10記載の装置であって、前記コントローラは、さらに、

前記複数の入力信号の中の一つを反転させるインバータと、

各出力トランスジューサについて、前記反転された入力信号から引出された音波が空間内の第2の位置の入力信号から引出された音波を少なくとも部分的にキャンセルするように空間内の前記第2の位置へ向けられるように、各トランスジ

ユーサのアレイ内の位置および空間内の前記第2の位置に従って選択される各遅延だけ遅延された前記反転された入力信号の遅延されたレプリカを得るようにされている第2の複写および遅延手段と、

を含む装置。

【請求項12】 請求項11記載の装置であって、前記コントローラは、さらに、前記反転された入力信号から引出された音波が空間内の前記第2の位置の入力信号から引出された音波を実質的にキャンセルするように前記反転された入力信号をスケーリングするスケーラーを含む装置。

【請求項13】 請求項9から12のいずれかに記載の装置であって、前記表面は反射面でありそれが拡散反射したい音響周波数の波長程度の粗さを有する装置。

【請求項14】 請求項9から13のいずれかに記載の装置であって、前記表面は光学的に透明である装置。

【請求項15】 請求項10から14のいずれかに記載の装置であって、前記表面の少なくとも一つは部屋その他永久構造の壁である装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は操舵可能な若しくはステアラブル (steerable) 音響アンテナに関し、特に、デジタル電子ステアラブル音響アンテナに関する。

【0002】

フェーズドアレーアンテナは電磁気および超音波音響分野の両方において良く知られている。良く知られてはいないが、それらは単純な形でソニック (可聴) 音響領域にも存在する。後者は比較的未完成であり、本発明はその出力を多かれ少なかれ自由に指向するようにステアリングすることができる優れたオーディオ音響アレイに関する改善を提供しようとするものである。

【0003】

WO 96/31086は単項符号化信号を使用して出力トランスジューサアレイを駆動するシステムについて記載している。各トランスジューサは音圧パルスを作り出すことができ出力される全信号を再生することはできない。

【0004】

本発明の第1の側面は音場を整形できることが望ましいという問題に向けられている。

【0005】

第1の側面に従って、出力トランスジューサアレイを使用して信号から引き出された音波を指向させる方法が提供され、前記方法は、

各出力トランスジューサについて、信号の遅延レプリカを得るステップであって、遅延レプリカは各トランスジューサのアレイ内の位置および所与の方向に従って前記信号から引き出された音波を前記方向へ指向させるように選択される各遅延だけ遅延されるステップと、

遅延されたレプリカを各出力トランスジューサへ送る (ルーティングする) ステップと、を含んでいる。

【0006】

やはり本発明の第1の側面に従って、出力トランスジューサのアレイを使用してシミュレートされた音源 (origin) を有する音場を作り出す方法が提供

され、前記方法は、

各出力トランスジューサについて、入力信号の遅延レプリカを得るステップであって、遅延レプリカは各トランスジューサのアレイ内の位置およびシミュレートされた音源の位置に従って、実質的に前記シミュレートされた音源において生じるように見える音場を作り出すように選択される各遅延だけ遅延されるステップと、

遅延されたレプリカを各出力トランスジューサへ送るステップと、を含んでいる。

【0007】

さらに、本発明の第1の側面に従って、音波を指向させる装置が提供され、前記装置は、

出力トランスジューサのアレイと、

各出力トランスジューサについて、信号の遅延レプリカを得るレプリケーション（複写又は複製）および遅延手段であって、遅延レプリカは前記信号から引き出された音波を実質的に前記方向へむけられるように各トランスジューサのアレイ内の位置および所与の方向に従って選択される各遅延だけ遅延される複写および遅延手段と、

遅延レプリカを各出力トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0008】

さらに、本発明の第1の側面に従って、シミュレートされた音源を有する音場を作り出す装置が提供され、前記装置は、

出力トランスジューサのアレイと、

各出力トランスジューサについて、入力信号の遅延レプリカを得る複写および遅延手段であって、遅延レプリカは前記シミュレートされた音源において生じるように見える音場を作り出すように各トランスジューサのアレイ内の位置およびシミュレートされた音源の位置に従って、選択される各遅延だけ遅延される複写および遅延手段と、

遅延レプリカを各出力トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0009】

したがって、効率的に音場を整形する方法および装置が提供される。

【0010】

本発明の第2の側面はある特定方向の音波をキャンセルできることがしばしば望ましいことがあるという問題に向けられている。この側面はトランスジューサアレイを使用して特定の位置における音波をキャンセルすることに向けられる。

【0011】

本発明の第2の側面に従って、出力トランスジューサアレイを使用してヌル (null) 位置における信号から引き出された音波をキャンセルする方法が提供され、前記方法は、

各出力トランスジューサについて、キャンセルされる信号の遅延レプリカを得るステップであって、遅延レプリカは各トランスジューサのアレイ内の位置およびヌル位置に従って選択される各遅延だけ遅延されるステップと、

前記各遅延レプリカ信号をスケーリングおよび反転するステップと、

スケーリングおよび反転されたレプリカを、前記ヌル位置における音場を少なくとも部分的にキャンセルするように、各出力トランスジューサへ送るステップと、を含んでいる。

【0012】

さらに、本発明の第2の側面に従って、ヌル位置における音波をキャンセルする装置が提供され、前記装置は、

出力トランスジューサのアレイと、

各出力トランスジューサについて、キャンセルされる信号の遅延レプリカを得る複写および遅延手段であって、遅延レプリカは各トランスジューサのアレイ内の位置およびヌル位置に従って選択される各遅延だけ遅延される複写および遅延手段と、

前記各遅延レプリカ信号をスケーリングおよび反転するスケーラー手段およびインバーター手段と、

スケーリングおよび反転された遅延レプリカを、前記ヌル位置における音場を少なくとも部分的にキャンセルするように、各出力トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0013】

本発明のこの側面により音波を効率的にキャンセルすることができる。

【0014】

本発明の第3の側面は従来のステレオまたはサラウンド音響装置が多くの配線および対応するセットアップ時間のあるラウドスピーカユニットを有するという問題に向けられている。したがって、この側面は従来ステレオおよびサラウンド音響システムに付随する配線および個別ラウドスピーカ無しで真のステレオまたはサラウンド音場を作り出すことに関連している。

【0015】

したがって、本発明の第3の側面は各チャネルを表わす複数の入力信号が空間内の各異なる位置から生じるように見えるようにする方法を提供し、前記方法は、

空間内の前記各位置に音響反射または共振面を設けるステップと、

前記出力トランスジューサアレイを使用して、各チャネルの音波を空間内の各位へ指向させて前記音波が前記反射または共振面により再伝播されるようにするステップと、を含み、

前記指向させるステップは、

各トランスジューサについて、チャネルの音波がそのチャネルに関する空間内の位置へ向けられるように、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および空間内の前記各位置に従って選択される各遅延だけ遅延された各入力信号の遅延レプリカを得るステップと、

各トランスジューサについて、各入力信号の各遅延レプリカを合計して出力信号を生じるステップと、

出力信号を各トランスジューサへ送るステップと、を含んでいる。

【0016】

さらに、本発明の第3の側面に従って、各チャネルを表わす複数の入力信号が空間内の各異なる位置から生じるように見えるようにする装置が提供され、前記装置は、

空間内の前記各位置における音反射または共振面と、

空間内の前記位置から遠い出力トランスジューサのアレイと、

前記出力トランスジューサアレイを使用して、各チャンネルの音波を空間内のそのチャンネルの各位置へ指向させて前記音波が前記反射または共振面により再伝播されるようにするコントローラと、を含み、

前記コントローラは、

各トランスジューサについて、チャンネルの音波がその入力信号に関する空間内の位置へ向けられるように、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および空間内の前記各位置に従って選択される各遅延だけ遅延された入力信号の遅延レプリカを得るようにされた複写遅延手段と、

各トランスジューサについて、各入力信号の各遅延レプリカを合計して出力信号を生じる加算器手段と、

チャンネル音波がその入力信号に関する空間内の位置へ向けられるように出力信号を各トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0017】

本発明の第4の側面はある特殊効果を達成できるようにトランスジューサがどこに配置されているかを正確に知ることが有用であるという問題に向けられる。

【0018】

本発明の第4の側面に従って、出力トランスジューサアレイ付近の入力トランスジューサの位置を検出する方法が提供され、前記方法は、

前記アレイの少なくとも3つの出力トランスジューサから区別できる可聴テスト信号を出力するステップと、

各入力トランスジューサにおいて前記各テスト信号を受信するステップと、

各テスト信号の出力と入力トランスジューサにおけるその受信との間の時間を検出するステップと、

前記検出された時間を使用して三角測量により前記入力トランスジューサの見かけの位置を計算するステップと、を含んでいる。

【0019】

さらに、本発明の第4の側面に従って、入力トランスジューサアレイ付近に置かれた出力トランスジューサの位置を検出する方法が提供され、前記方法は、

前記出力トランスジューサから可聴テスト信号を出力するステップと、

前記アレイ内の少なくとも3つの入力トランスジューサにおいて前記各テスト信号を受信するステップと、

前記テスト信号の出力と各入力トランスジューサにおけるその受信との間の時間を検出するステップと、

前記検出された時間を使用して三角測量により前記出力トランスジューサの見かけの位置を計算するステップと、を含んでいる。

【0020】

また、本発明の第4の側面に従って、出力トランスジューサアレイ付近に置かれた入力トランスジューサの位置を検出するように動作する装置が提供され、前記装置は、

出力トランスジューサのアレイと、

入力トランスジューサと、

前記出力トランスジューサのアレイおよび前記入力トランスジューサに接続されたコントローラであって、前記コントローラは区別できる各可聴テスト信号を少なくとも3つの前記出力トランスジューサへ送って各テスト信号の出力と入力トランスジューサにおけるその受信間との時間を検出して前記入力トランスジューサの見かけの位置を三角測量により計算するようにされているコントローラと、を含んでいる。

【0021】

さらに、本発明の第4の側面に従って、入力トランスジューサアレイ付近に置かれた出力トランスジューサの位置を検出するように動作する装置が提供され、前記装置は、

入力トランスジューサのアレイと、

出力トランスジューサと、

前記入力トランスジューサのアレイおよび前記出力トランスジューサに接続されたコントローラであって、前記コントローラは可聴テスト信号を前記出力トランスジューサへ送って前記テスト信号の出力と少なくとも3つの前記入力トランスジューサにおけるその受信との間の時間を検出して前記入力トランスジューサ

の見かけの位置を三角測量により計算するようにされているコントローラと、を含んでいる。

【0022】

したがって、この側面によりラウドスピーカアレイ近くのマイクロホンの位置またはマイクロホンアレイの近くのラウドスピーカの位置を標定することができる。この標定機能は音検出およびヌル位置決め機能と有用に組み合わせることができる。

【0023】

本発明の第5の側面は入力信号のみの単一周波数帯域について音場を整形することに関連している。

【0024】

本発明の第5の側面に従って、出力トランスジューサアレイを使用して音波を伝播させる方法が提供され、前記方法は、

入力信号を少なくとも2つの周波数帯域へ分周するステップと、

前記出力トランスジューサアレイの各出力トランスジューサについて、前記第1の入力信号の第1の帯域から引き出された音場が所望するように整形されるように各出力トランスジューサのアレイ内の位置に従って選択される各遅延だけ遅延された入力信号の第1の帯域の遅延レプリカを得るステップと、

各出力トランスジューサについて、入力信号の第2の帯域の遅延レプリカを得るステップと、

前記第1および第2の帯域の各レプリカを合計して各トランスジューサについて各出力信号を作り出すステップと、

前記出力信号を各トランスジューサへ送るステップと、を含んでいる。

【0025】

さらに、本発明の第5の側面に従って、出力トランスジューサアレイを使用して音波を伝播させる方法が提供され、前記方法は、

入力信号を少なくとも2つの周波数帯域へ分周するステップと、

前記出力トランスジューサアレイの各出力トランスジューサについて、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および第1の選択された方向に従って選択さ

れる各遅延だけ遅延された入力信号の第1の帯域の遅延レプリカを得るステップと、

前記入力信号の前記第1の帯域の前記遅延レプリカをスケーリングおよび反転するステップと、

各出力トランスジューサについて、入力信号の第2の帯域の遅延レプリカを得るステップと、

前記第1および第2の帯域の各レプリカを合計して各トランスジューサについて各出力信号を作り出すステップと、

前記入力信号の第1の帯域から引き出された音波が特定の方向において少なくとも部分的にキャンセルされるように前記出力信号を各トランスジューサへ送るステップと、を含んでいる。

【0026】

また、本発明の第5の側面に従って、音波を伝播させる装置が提供され、それは、

出力トランスジューサのアレイと、

入力信号を少なくとも2つの周波数帯域へ分割する分周器手段と、

前記出力トランスジューサアレイの各出力トランスジューサについて、各出力トランスジューサのアレイ内の位置に従って選択される各遅延だけ遅延された入力信号の第1の帯域の遅延レプリカを得る複写遅延手段と、を含み、

前記複写および遅延手段はさらに、各出力トランスジューサについて、入力信号の第2の帯域の遅延レプリカを得るようにされており、さらに、

前記第1および第2の帯域の各遅延レプリカを合計して各トランスジューサについて各出力信号を作り出す加算器手段と、

前記出力信号を各トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0027】

さらに、本発明の第5の側面に従って、音波を伝播させる装置が提供され、それは、

出力トランスジューサのアレイと、

入力信号を少なくとも2つの周波数帯域へ分割する分周器手段と、

前記出力トランスジューサアレイの各出力トランスジューサについて、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および第1の選択された方向に従って選択される各遅延だけ遅延された入力信号の第1の帯域の遅延レプリカを得る複写および遅延手段と、

前記入力信号の前記第1の帯域の前記遅延レプリカをスケーリングおよび反転するスケーラー手段およびインバータ手段と、を含み、

前記複写および遅延手段はさらに、各出力トランスジューサについて、入力信号の第2の帯域のレプリカを得るようにされており、さらに、

前記第1および第2の帯域の各遅延レプリカを合計して各トランスジューサについて各出力信号を作り出す加算器と、

前記入力信号の第1の帯域から引き出された音波が特定の方向において少なくとも部分的にキャンセルされるように前記出力信号を各トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0028】

過剰に大きいエリアにわたってキャンセルしてしまうことがあるため低周波数については反ビーム (anti-beam) を伝播させないことが望ましいため、前記した分周はヌリング (nulling) 若しくは無音化時に特に有用である。

【0029】

本発明の第6の側面は音波がどこに集束されるかをオペレータが標定するのが困難で、システムのセットアップが困難となることがある問題に向けられている。

。

【0030】

本発明の第6の側面に従って、音響の集束位置を示す方法が提供され、前記方法は、

空間内の第1の位置で光線が交差するように個別の光源から第1の光線を第1の方向へ第2の光線を第2の方向へ照射するステップと、

第1の入力信号から引き出された第1の音波を空間内の前記第1の位置に集束させるステップと、を含んでいる。

【0031】

さらに、本発明の第6の側面に従って、音波がどこへ集束されるかをユーザが選択できるようにする装置が提供され、前記装置は、

第1の入力信号および前記第1の入力信号から引き出される出力音波を受信するようにされた少なくとも一つの出力トランスジューサと、

選択可能な第1の方向に第1の光線を照射する第1の光源と、

選択可能な第2の方向に第2の光線を照射する第2の光源と、

前記出力トランスジューサおよび前記第1および第2の光源に接続されたコントローラであって、前記コントローラはユーザ選択に応答して前記第1および第2の方向を選択しかつ前記少なくとも一つの出力トランスジューサを制御して前記第1の入力信号から引き出された音波が前記光線が交差する空間内の第1の位置に集束されるようにするコントローラと、を含んでいる。

【0032】

本発明の第6の側面により可視光線を使用して信号がどこに集束されるかを表示することができる。これはシステムをセットアップして所望の効果を達成する時に特に有用である。

【0033】

本発明の第7の側面は出力トランスジューサへ二つ以上の入力信号が送られる時に信号がクリップするすなわち歪むことがある問題に向けられている。

【0034】

本発明の第7の側面に従って、第1および第2の信号から発生される少なくとも一つの出力信号を制限する方法が提供され、前記方法は、

前記第1の信号をウィンドウして前記第1の信号の連続サンプルを含む第1のウィンドウ部を作り出すステップと、

前記第1の信号の前記ウィンドウ部内の最大サンプルの大きさを求めるステップと、

前記第2の信号をウィンドウして前記第2の信号の連続サンプルを含む第2のウィンドウ部を作り出すステップと、

前記第2の信号の前記ウィンドウ部内の最大サンプルの大きさを求めるステッ

プと、

前記第1および第2のウィンドウ部からの前記最大サンプルを一緒に合計して第1の制御信号を得るステップと、

前記制御信号の大きさに従って前記第1および第2の信号の大きさを減衰させるステップと、

前記第1および第2の信号から前記少なくとも一つの出力信号を発生するステップと、を含んでいる。

【0035】

さらに、本発明の第7の側面に従って信号制限装置が提供され、それは、第1の信号の一連の連続サンプルを格納する第1のバッファと、第2の信号の一連の連続サンプルを格納する第2のバッファと、各サンプリングクロック周期において各バッファ内に格納された最大値を求める解析手段と、

制御信号を得るように前記最大値を加算する加算器と、

前記制御信号に従って前記第1および第2の信号の各々をある量だけ減衰させる減衰器と、

前記第1および第2の信号から出力信号を発生する手段と、を含んでいる。

【0036】

したがって、第7の側面により単純かつ有効な方法で入力信号が適切にスケリングされていかなるクリッピングすなわち歪も回避される。

【0037】

本発明の第8の側面はアレイの出力トランスジューサが故障して望ましくないビームステアリング効果を生じる問題に向けられている。したがって、この側面はアレイ内の故障した出力トランスジューサの検出、およびその影響の緩和に関連している。

【0038】

本発明の第8の側面に従って、出力トランスジューサのアレイ内の故障したトランスジューサを検出する方法が提供され、前記方法は、

テスト信号をアレイの各出力トランスジューサへ送るステップと、

前記出力トランスジューサアレイ付近の入力トランスジューサにおいて得られた信号を解析して各出力トランスジューサが故障しているかどうかを確認するステップと、を含んでいる。

【0039】

本発明の第9の側面は光線がどこへ向けて進められるかあるいは音がどこから来るように見えるかをオペレータが選択する必要がある問題に向けられる。

【0040】

本発明の第9の側面に従ってオーディオ信号を再生する方法が提供され、前記方法は、

前記オーディオ信号に関連する情報信号を復号するステップと、

前記復号ステップにおいて復号される情報信号に従って前記オーディオ信号を処理するステップと、

前記処理されたオーディオ信号を再生するステップと、を含んでいる。

【0041】

また、本発明の第9の側面に従って、

再生中にオーディオ信号を含む音場をどのように整形すべきかを判断するステップと、

前記判断結果に従って前記情報信号を符号化するステップと、

を含む方法が提供される。

【0042】

さらに、本発明の第9の側面に従ってオーディオ信号を再生する装置が提供され、それは、

オーディオ信号を入力する入力端子と、

情報信号を入力する入力端子と、

情報信号を復号する手段と、

出力トランスジューサアレイの各出力トランスジューサについて、各出力トランスジューサのアレイ内の位置および復号された情報信号に従って選択される各遅延だけ遅延された入力信号の遅延レプリカを得るようにされたレプリケータおよび遅延手段と、

前記情報信号に従って音場が達成されるように各遅延レプリカオーディオ信号を各出力トランスジューサへ送る手段と、を含んでいる。

【0043】

さらに、本発明の第9の側面に従ってデコーダが提供され、従来の出力トランスジューサドライバとインターフェイスする手段と、複数のオーディオ信号および複数の関連する情報信号を受信する手段と、前記情報信号を復号し前記復号結果を使用して従来の出力トランスジューサにより所望の効果が達成されるように前記オーディオ信号を前記出力トランスジューサドライバへ送る手段と、を含んでいる。

【0044】

したがって、この側面は音場整形情報が記録されるようにしかつ従来の再生装置とのバックコンパチビリティを許す出力トランスジューサアレイにより再生されるオーディオ信号を格納する有利な方法に関連している。したがって、オペレータは信号が再生される度に音場を整形する（例えば、シネマにおける）必要がない。

【0045】

本発明の第10の側面はいくつかの衝突する可能性のある制約が与えられると音場を設計するのが困難となることがある問題に向けられる。したがって、この側面はトランスジューサアレイにより出力される音場の設計に関連している。特に、それは所与の優先順位に従って所望の音響効果を達成するのに適切な遅延量およびフィルタ係数の選択に関連している。

【0046】

本発明の第10の側面に従って、出力トランスジューサアレイにより作り出されるのが望ましい音場の設計方法が提供され、前記方法は、

実質的に均一なカバレッジが所望されるエリアを識別するステップと、特定の周波数帯域内の最小カバレッジが所望されるエリアを識別するステップと、

前記識別を重要度順に優先順位付けするステップと、

第2の優先順位の試みられた達成状態が第1の優先順位の達成状態を損なうこ

とがある量を識別するステップと、

前記出力トランスジューサアレイの各出力トランスジューサについて、指向性音場が得られるように各出力トランスジューサへ送られる入力信号をフィルタリングするのに使用される係数を選択するステップであって、音場は第1の優先順位が実際の拘束内で達成され第2の優先順位の実際の達成は第1の優先順位の達成を識別された量しか損なわないステップと、を含んでいる。

【0047】

一般的に、本発明は好ましくは二次元アレイとして配列された複数の空間分布可聴電気音響トランスジューサ（SET）を含み、その各々が所望の指向性効果を達成するために入力信号を修正してから各SETへ供給する入力信号分配器を経て同じデジタル信号入力に接続される全デジタルステアラブル音響フェーズドアレーアンテナ（デジタルフェーズドアレーアンテナ、すなわちDPAA）システムに応用される。

【0048】

これにはさまざまな可能性が本来備わっており、実際に好ましいバージョンは下記の文章から判る。

【0049】

好ましくはSETは空間内にランダムに配列されるのではなく、平面または曲面（表面）内に配置される。しかしながら、これらは二つ以上の隣接サブアレイの二次元スタック前後に並べて配置された二つ以上の接近した間隔の平行平面または曲面とすることもできる。

【0050】

表面内でアレイを構成するSETは好ましくは接近した間隔とされ、理想的には全体アンテナアパーチャを完全に満たす。これは真の円形断面SETでは実際ではないが三角、四角または六角断面SET、または一般的に平面をタイルする任意の断面により達成することができる。SET断面が平面をタイルしない場合には、SETの少なくとももう一つの表面が少なくとも一つの他のこのような表面の後ろに搭載され、各後方アレイ内のSETが前方アレイ内の間隙間へ放射するスタック形状のアレイすなわち三次元のアレイを作ることにより満た

されたアパーチャの近い近似を達成することができる。

【0051】

SETは好ましくは類似しており、理想的には同一である。もちろん、それらは可聴—すなわち、オーディオ装置であり、最も好ましくは恐らく20Hz（または、それ以下）から20kHz以上（オーディオ帯域）までの全オーディオ帯域を均一にカバーすることができる。あるいは、異なる可聴能力のSETが使用されることもあるが所望の全範囲を一緒にカバーする。したがって、多数の異なるSETを物理的に一緒に分類して個別のSETが出来なくても異なるSETのグループがオーディオ帯域をカバーできるように複合SET（CSET）を形成することができる。さらなるバージョンとして、各々が部分的なオーディオ帯域カバレッジしかできないSET进行分类することはできないが、代わりにSET間でアレイが全体としてオーディオ帯域の完全またはほぼ完全なカバレッジを有するのに十分なバリエーションでアレイ全体にわたって分散される。

【0052】

別の形のCSETは、各々が同じ信号により駆動される、いくつかの（典型的には二つの）同一のトランスジューサを含んでいる。それにより、大型DPAAの利点の多くを保持しながら必要な信号処理および駆動電子装置の複雑さが低減される。以後CSETの位置が引き合いに出される場合には、この位置は全体としてCSETの重心である、すなわち、CSETを構成する個別の全SETの重力の中心であることが理解される。

【0053】

表面内でSETまたはCSETの間隔（以後この二つは単にSETとして示す）—すなわち、アレイの一般的なレイアウトおよび構造およびその中に個別のトランスジューサが配置される方法—は好ましくは規則正しく、それらの表面周りの分布は望ましくは対称的である。したがって、SETは最も好ましくは三角、四角または六角格子の間隔とされる。格子のタイプおよび方位はサイドロープの間隔および方向を制御するように選択することができる。

【0054】

重要ではないが、各SETは好ましくは有効に放射（または受波）することが

できる全波長において少なくとも半球内に全方向性入出力特性を有する。

【0055】

各出力SETは音響放射装置（例えば、従来のラウドスピーカ）の任意簡便なまたは所望の形をとることができ、好ましくは全てが同じではあるが異なることもできる。ラウドスピーカはピストニック音響放射器（トランスジューサ振動板がピストンにより移動される）として知られるタイプとすることができ、このようなケースでは個別のSETのピストン放射器の最大半径方向範囲（例えば、円形SETに対する有効ピストン径）は好ましくは出来るだけ小さく、理想的にはオーディオ帯域の最高周波数の音響波長以下である（例えば、空中では、20 kHz音波はおよそ17 mmの波長を有し、円形ピストニックトランスジューサに対しては、およそ17 mmの最大直径が好ましい）。

【0056】

アレイの平面内のSETの各アレイの全体ディメンションは、非常に好ましくは、アレイの極放射パターンに著しく影響を及ぼすようにされる最低周波数の空中における音響波長以上に選択される。したがって、周波数を300 Hzまでの低周波数にビームすなわちステアリングできるようにしたい場合には、ステアリングまたはビーミングが要求される各平面に直角な方向のアレイサイズは少なくとも

$$c_s / 300 \approx 1.1 \text{ m}$$

でなければならない（ c_s は音速）。

【0057】

本発明は完全デジタルステアラブルソニック／可聴音響フェーズドアレーアンテナシステムに应用することができ、実際のトランスジューサはアナログ信号により駆動することができるが、最も好ましくはデジタル電力増幅器により駆動される。典型的なこのようなデジタル電力増幅器はPCM信号入力、クロック入力（または入力PCM信号からクロックを引出す手段）、内部発生されるか入力クロックまたは付加出力クロック入力から引き出される出力クロック、およびデジ

タル (PCM) 信号またはアナログ信号 (後者のケースでは、このアナログ信号は増幅器出力に対する電力を供給することもできる) とすることができるオプション出力レベル入力を内蔵している。デジタル電力増幅器の特徴は、任意のオプションアナログ出力フィルタリングの前に、その出力は離散値であってステップ状に連続的であり、出力クロック周期に一致する間隔でしかレベルを変えることができないことである。離散出力値は、供給される場合は、オプション出力レベル入力により制御される。PWMベースデジタル増幅器に対して、入力サンプル周期の任意の整数倍にわたる出力信号の平均値は入力信号を表わす。他のデジタル増幅器に対しては、出力信号の平均値は入力サンプル周期よりも大きい周期にわたる入力信号の平均値へ向かう傾向がある。デジタル電力増幅器の好ましい形式はバイポーラパルス幅変調器、および1ビット2進変調器を含む。

【0058】

デジタル電力増幅器の使用により、各トランスジューサ駆動チャンネルにデジタル/アナログコンバータ (DAC) および線形電力増幅器を設ける一大概のいわゆる“デジタル”システムで見られる一より一般的な要求条件が回避され、したがって、電力駆動効率を非常に高くすることができる。さらに、大概の可動コイル音響トランスジューサが本来誘導性であり、ローパスフィルタとして極めて効率的に機械的に作用するため、デジタル駆動回路とSET間で精巧な電子ローパスフィルタリングを付加することは不要となることがある。すなわち、SETはデジタル信号で直接駆動することができる。

【0059】

DPA Aは一つ以上のデジタル入力端子 (入力) を有する。二つ以上の入力端子が存在する場合には、各入力信号を個別のSETへ送る手段を設ける必要がある。

【0060】

それは各入力を一つ以上の入力信号分配器を経て各SETに接続することによりなされる。最も基本的には、入力信号は単一分配器へ供給され、それは各SETへの個別の出力を有する (後述するように、それが出力する信号は所望の目的を達成するように適切に修正される)。あるいは、いくつかの類似の分配器があ

り、各々が入力信号またはその一部または個別の入力信号を取り込み、次に、各々が個別の出力を各SETへ供給する（後述するように、いずれの場合も、それが出力する信号は所望の目的を達成するように分配器により適切に修正される）。複数の分配器の各々が全SETへ供給する－後者のケースでは、各分配器から任意の一つのSETへの出力は結合しなければならず、それは結果として生じる給電が受けることがあるさらに任意の修正の前に加算器回路により簡便に行われる。

【0061】

入力端子は好ましくはDPAA（入力信号）により処理される音を表わす一つ以上のデジタル信号を受信する。もちろん、放射される音を規定するオリジナル電気信号はアナログ形式とすることができ、したがって、本発明のシステムは各々が補助アナログ入力端子（アナログ入力）と一つの入力との間に接続された一つ以上のアナログ／デジタルコンバータ（ADC）を含むことができ、これらの外部アナログ電気信号を各々が特定の（かつ適切な）サンプルレート F_{s1} を有する内部デジタル電気信号へ変換することができる。したがって、DPAA内で、入力を越えて処理された信号はDPAAにより再生される音響波形を表わす時間サンプル量子化デジタル信号である。

【0062】

その入力に与えられた信号がDPAAの他のコンポーネントおよびそこへの入力信号と同期していなければ、入力とDPAAの残りの内部電子処理システムとの間にデジタル－サンプルレートコンバータ（DSRC）を設ける必要がある。各DSRCからの出力は他の全てのDSRCと同相かつ同じレートでクロックされ、クロックレートおよび／または位相の異なる入力からの異種の外部信号はDPAA内で一緒にされ、同期化され、有意に結合されて一つ以上のコンポジット内部データチャネルとされる。DSRCはその入力信号のクロックが他の全てのDSRC出力に対するマスタークロックとして使用されるならば一つの“マスター”チャネル上で省くことができる。いくつかの外部入力信号が既に共通外部または内部データタイミングクロックを共用しておれば、このようないくつかの有効な“マスター”チャネルがあることがある。

【0063】

そのアナログ／デジタル変換プロセスは直接同期に対して内部マスタークロックにより制御することができるため、いかなるアナログ入力チャネルにもDSRCは不要である。

【0064】

本発明のDPAAは所望の指向性効果を達成するために各SETへ供給する前に入力信号を修正する分配器を内蔵している。分配器は一入力と多数の出力を有するデジタルデバイスまたは一片のソフトウェアである。DPAAの入力信号の一つはその入力へ与えられる。それは好ましくは各SETに対する一つの出力を有し、あるいは、一つの出力をいくつかのSETまたはCSETの要素間で共用することができる。分配器は入力信号の一般的に異なる修正バージョンをその各出力へ送る。修正は固定したり、制御システムを使用して調整したりすることができる。分配器により実施される修正は信号遅延を加え、振幅制御を適用しかつ／または調節可能にデジタルフィルタリングすることを含むことができる。これらの修正はそれぞれ分配器内に配置される信号遅延手段(SDM)、振幅制御手段(ACM)および可調節デジタルフィルタ(ADF)により実施することができる。ADFはフィルタ係数を適切に選択することにより信号に遅延を加えるようにすることができる。さらに、この遅延は入力信号の異なる周波数が異なる量だけ遅延されるような周波数依存性とすることができフィルタは信号の任意数のこのような遅延バージョンの和の効果を作り出すことができる。ここで使用される“遅延している”または“遅延した”という用語はSDMだけでなくADFにより加えられる遅延のタイプも含んでいると解釈しなければならない。遅延はゼロを含む任意の有用な持続時間とすることができるが、一般的には、少なくとも一つの複製された入力信号が非ゼロ値だけ遅延される。

【0065】

信号遅延手段(SDM)は可変デジタル信号時間遅延要素である。ここでは、これらは単一周波数または狭周波数帯域移相要素ではなく真の時間遅延であるため、DPAAは広周波数帯域(例えば、オーディオ帯域)にわたって動作する。所与の入力時間と各SET間の遅延を調節する手段があってもよく、各入力/S

E T組合せに対して別々の可調節遅延手段があれば有利である。

【0066】

所与のデジタル信号に対して可能な最小遅延は好ましくはその信号のサンプル周期 T_s 以下であり、所与のデジタル信号に対して可能な最大遅延は好ましくは音がトランスジューサアレイを横方向に最大範囲 D_{max} 交差するのに要する時間 T_c 以上に選択しなければならない、ここに $T_c = D_{max} / c_s$ であり c_s は空中の音速である。最も好ましくは、所与のデジタル信号に対して可能な遅延の最小増分変化はその信号のサンプル周期 T_s よりも大きくてはならない。そうでなければ、信号の補間が必要である。

【0067】

振幅制御手段 (ACM) は全体ビーム形状修正用のデジタル制御手段として簡便に実現される。それは出力信号の大きさを増減するための増幅器またはオルタネータを含むことができる。SDMと同様に、好ましくは各入力/SET組合せに対する可調節ACMがある。振幅制御手段は好ましくは分配器からの各信号出力に異なる振幅制御を加えてDPA Aが有限サイズである事実に対して相互作用するようにされる。それはガウス曲線や累乗余弦曲線等の予め定められた曲線に従って各出力信号の大きさを正規化することにより簡便に達成される。したがって、一般的に、アレイの中心に近いSETへ行く出力信号は著しい影響は受けないが、アレイの周辺に近いものはアレイのエッジにどれだけ近いかに従って減衰される。

【0068】

信号を修正するもう一つの方法はその群遅延およびマグニチュード応答が周波数 (単純な時間遅延やレベル変化ではなく) の関数として指定されたように変動するデジタルフィルタ (ADF) を使用し—これらのフィルタを実現するのに単純な遅延要素を使用して必要な計算を低減することができる。この方法では周波数の関数としてDPA A放射パターンを制御することができ、それによりDPA Aの放射パターンの制御は異なる周波数帯域内で個別に調節することができる (DPA Aの波長サイズ、したがって、その指向性はそうでなければ周波数の強い関数となるため、それは有用である)。例えば、2 m範囲のDPA Aに対しては

その低周波数カットオフ（指向性に対する）は150Hz領域付近であり、人間の耳はこのような低周波数において音の指向性を確認するのは困難であるため、このような低周波数では“ビームステアリング”遅延および振幅重み付けは適用せず代わりに最適化された出力レベルを得るように努める方がより有用である。さらに、フィルタの使用により各SETの放射パターンの不均一性をある程度補償することができる。

【0069】

SDM遅延、ACM利得およびADF係数はユーザ入力に応答してまたは自動利得下で固定したり変動させたりすることができる。好ましくは、チャンネルが使用される間に必要とされる任意の変化は不連続性が聞かれないように多くの小さな増分内でなされる。これらの増分はどれだけ迅速にパラメータを変化できるかを記述する予め定められた“ロールオフ”および“アタック”レートを規定するように選択することができる。

【0070】

アレイ内の異なるSETが異なる固有感度を有する場合には、信号処理パス内のさらに奥でデジタル校正を利用するために生じる分解能の任意の損失を最小限に抑えるために、SET自体および／またはそれらの電力駆動回路に直接関連するアナログ方法を使用してこのような差は除くことが好ましい。この細分は多数の入力チャンネル信号が一緒に（加算）結合されて個別のSETへ加えられるシステム内のポイントよりも前に低ビット数高オーバーサンプルレートデジタル符号化が使用される場合に特に有用である。

【0071】

二つ以上の入力を与えられる一すなわち、1番からI番までのI入力があり1番からN番までのNのSETがある場合には、各組合せに対して個別に調節可能な遅延、振幅制御および／またはフィルタ手段 D_{in} （ここに、I入力の各々およびNのSETの各々間で、 $I=1$ から I 、 $n=1$ から N ）を個別に設けることが好ましい。したがって、各SETに対してSETに加える前に結合すべき、個別の分配器を経由する各入力から一つずつの、Iの遅延すなわちフィルタリングされたデジタル信号がある。一般的に、各分配器内には、各SETに対して一つず

つの、Nの個別のSDM, ACMおよび／またはADFがある。前記したように、デジタル信号のこの結合はIの個別の遅延信号のデジタル代数加算により簡便に行われる—すなわち、各SETへの信号はI入力の各々からの個別に修正された信号の線形結合である。クロックレートおよび／または位相の異なる二つ以上のデジタル信号にデジタル加算を実施することは一般的に意味のあることではないので、DSRC（前記参照）が望ましい一つ以上の入力から生じる信号のデジタル加算を実施するのはこの要求条件のためである。

【0072】

入力デジタル信号は好ましくはオーバーサンプリング—ノイズ—整形—量子化器(ONSQ)へ通され、それはそれらのビット幅を低減して音響帯域内の信号ノイズ比(SNR)を大部分不変としたままそれらのサンプラーレートを増加する。それを行う主な理由はデジタルトランスジューサ駆動回路(“デジタル増幅器”)が実行可能なクロックレートで動作できるようにするためである。例えば、ドライブがデジタルPWMとして実現される場合には、PWM回路への信号ビット幅がbビットで、そのサンプラーレートがsサンプル/秒であれば、PWMクロックレートpは、例えば、 $b = 16$ および $s = 44\text{ kHz}$ に対しては $p = 2^b s\text{ Hz}$ である必要があり、 $p = 2.88\text{ GHz}$ となり、それは現在の技術レベルでは全く实际的ではない。しかしながら、入力信号が4回オーバーサンプルされてビット幅が8ビットへ低減される場合には、 $p = 2^8 \times 4 \times 44\text{ kHz} = 45\text{ MHz}$ となり、それは標準論理すなわちFPGA回路で容易に達成することができる。一般的に、ONSQの使用により信号ビットレートは増す。与えられた例では、オリジナルビットレートは $R_o = 16 \times 44000 = 704\text{ Kビット/秒}$ であり、オーバーサンプルビットレートは $R_q = 8 \times 44000 \times 4 = 1.408\text{ Mビット/秒}$ である(それは二倍高い)。ONSQが入力とデジタル遅延発生器(DDG)への入力との間に接続される場合には、DDGは一般的により高いビットレートに適合させるためにより多くの記憶容量を必要とするが、DDGが入力ビット幅およびサンプラーレートで動作し(したがって、DDG内に最小記憶容量しか必要としない)、かつONSQがDDG出力とSETデジタルドライバとの間に接続される場合には、SET毎に一つのONSQが必要となり、DPA

Aの複雑さが増しSETの数は大きい。後のケースではさらに二つのトレードオフがある。

1. DGG回路は信号遅延の十分に細密な制御に対する要求条件を受ける低クロックレートで動作することができる。

2. 個別のONSQのアレイにより、各々からの量子化ノイズを残りの全てのノイズと相関されないように設計することができ、DPAAの出力において量子化ノイズ成分は非相関的に加算されてSETの数が二倍になる毎に総量子化ノイズパワーに対する6dBではなく僅か3dBしか増加しない。

これらの考慮によりポストDDG ONSQ（すなわち、OSNQの二段一つの前置DDGおよび一つの後置DDG）はより魅力的なインプリメンテーション戦略となる。

【0073】

入力デジタル信号は一つ以上の前置補償器へ有利に通されてSETの線形および/または非線形応答特性を修正する。多数の入力/分配器を有するDPAAのケースでは、非線形補償が実施される場合に、それはやはりDDGの後で行われるデジタル加算器における個別のチャネルの結合の後でデジタル信号に対して実施されることが重要であり、その結果各SETに対して個別の非線形補償器(NLC)が必要となる。しかしながら、一つの入力/分配器しかない線形補償のケースでは、補償器は入力後のデジタル信号ストリーム内に直接配置することができ、入力当たりせいぜい一つの補償器しか必要としない。このような線形補償器は広い周波数範囲にわたってSETを振幅および位相応答に対して修正するフィルタとして有用に実現され、このような非線形補償器はSETモータおよびSET移動コンポーネントの著しい偏位が必要とされる一般的に非常に非線形な吊下げコンポーネントの不完全（非線形）動作を修正する。

【0074】

DPAAシステムはある距離（理想的には、DPAAの聴取エリア内のどこか）にわたってDPAA電子装置と通信し（有線、または無線または赤外または他のワイヤレス技術により）、DPAAの全ての主要機能にわたる手動制御を提供する遠隔制御ハンドセットにより使用することができる。このような制御システ

ムは下記の機能を提供するのに最も有用である。

- 1) どの入力がどの分配器に接続されるか、どれが“チャンネル”とも呼ばれるかの選択。
- 2) 各チャンネルの集束位置および／またはビーム形状の制御。
- 3) 各チャンネルに対する個別のボリウムレベル設定の制御。
- 4) 組込みマイクロホンを含むハンドセットを使用する初期パラメータセットアップ（後述）。

また、それらの放射パターン、集束および最適化手順を調整するためにこのような二つ以上のD P A Aを相互接続する手段、

遅延（D D Gに対する）およびフィルタ係数（A D Fに対する）のセットを格納し呼び戻す手段、があってもよい。

【0075】

これから提供される説明および図面は、各々がハードウェアコンポーネントまたは信号処理ステップを表わす、ブロック図を使用して本発明を説明するものである。原理的に、本発明は個別の物理的コンポーネントを各ステップを実施するように組立て、それらを図示するように相互接続して実現される。いくつかのステップは、恐らくはいくつかのステップを一つの回路内で結合する、専用またはプログラマブル集積回路を使用して実現される。實際上、デジタル信号プロセッサ（D S P）または汎用マイクロプロセッサを使用して、いくつかの信号処理ステップをソフトウェアで実施するのが最も簡便と思われる。次に、個別のプロセッサまたはマイクロプロセッサを共用する個別のソフトウェアルーチンによりステップのシーケンスを実施することができ、あるいは単一ルーチンへ結合して効率を改善することができる。

【0076】

図面は一般的にオーディオ信号パスしか図示しておらず、アイデアを伝えるのに必要でない限りクロックおよび制御接続は省かれている。さらに、現実的に多数の要素が含まれると図面が乱雑となって解釈するのが困難となるため、小数のS E T、チャンネル、および関連回路しか図示されていない。

【0077】

本発明の側面について説明する前に、各側面のいずれかに従って使用するのに適した装置の実施例について説明するのが有用である。

【0078】

図1のブロック図は単純なDPAAを示す。入力信号(101)が分配器(102)へ供給され、その多くの(図では6)出力の各々がオプション増幅器(103)を介して出力SET(104)に接続されており、それは二次元アレイ(105)を形成するようにされている。分配器は各SETへ送られる信号を修正して所与の放射パターンを作り出す。分配器の前後に付加処理ステップがあることもあり、それらについては後述する。増幅器部の詳細は図10に示されている。

【0079】

図2は前面(201)および第2の表面(202)を形成するようにされたSET(104)を示し、裏面上のSETが前面内のSET間の間隙を通して放射するようにされている。

【0080】

図3はアレイ(302)を作るようにされたCSET(301)、およびアレイ(305)を作るように組み合わされた異なる二種のSET(303, 304)を示す。図3aにおいて、CSETの“位置”はSETS群の重心にあるものと考えられる。

【0081】

図4は矩形アレイ(401)および六角形アレイ(402)を形成するSET(104)の考えられる構成を示す。

【0082】

図5は2つの入力信号(501, 502)および三つの分配器(503-505)を有するDPAAを示す。分配器503は信号501を処理し、504および505は入力信号502を処理する。各SETに対する各分配器からの出力は加算器(506)により合計され、増幅器103を介してSET104へ通される。入力部の詳細は図6および図7に示されている。

【0083】

図6は、例示する目的で、三つのデジタル入力(601)および一つのアナログ入力(602)を有する入力回路の可能な構成を示す。デジタル受信機およびアナログバッファリング回路は明瞭にするために省かれている。内部マスタークロックソース(603)があり、それは各デジタル入力上のDSRC(604)およびアナログ入力上のADC(605)へ加えられる。大概の現在のオーディオ伝送フォーマット(例えば、S/PDIF, AES/EBU), DSRCおよびADCは(ステレオ)チャンネル対を一緒に処理する。したがって、入力チャンネルを対として処理するのが最も簡便である。

【0084】

図7は同期していることが知られておりかつそこからPLLまたはクロック回復手段(702)を使用してマスタークロックが引き出される二つのデジタル入力(701)がある構成を示す。この状況は、例えば、いくつかのチャンネルが外部サラウンド音響デコーダから供給される場合に生じる。このクロックは次に残りの入力(601)上のDSRC(604)へ加えられる。

【0085】

図8は分配器のコンポーネントを示す。それは入力回路から来る単一入力信号(101)および、各SETまたはSET群に対して一つずつの、多数の出力(802)を有する。入力から各出力へのパスはSDR(803)および/またはADF(804)および/またはACM(805)を含んでいる。各信号パスにおいてなされる修正が同じであれば、分配器は信号を分割する前にグローバルSDM, ADFおよび/またはACM段(806-808)を含むことにより一層効率的に実現することができる。各分配器の各部分のパラメータはユーザまたは自動制御により変えることができる。それに必要な制御接続は図示しない。

【0086】

ある環境、特にコンサートホールおよび円形劇場の環境では、トランスジューサのアレイがオープンバックで作られる場合において(すなわち、トランスジューサの裏側周りに音を通さないキャビネットが配置されない)、実焦点を有するビームが形成される時に、DPAAはその放射パターンがフロントーバック対称であるという事実を使用することもできる。例えば、音響反射または散乱表面が

P D A Aの“フロント”のこのような実焦点の近くに配置される場合には、このような付加反射または散乱表面はD P A Aの後ろの鏡像実焦点に有利に配置して音をさらに所望するように指向させることができる。特に、D P A Aがその側面を目標聴衆エリアへ向けて配置され、アレイ前面からの軸ずれビームが特定区画の聴衆、例えば、聴衆席の左側へ向けられる場合には、D P A Aの裏側からのその鏡像集束ビーム（逆位相）は聴衆席の右側の良く分離された区画の同じ聴衆へ向けられる。このようにして、トランスジューサのフロントおよびリア放射場の両方から有用な音響パワーを引出すことができる。図9はオープンバックD P A A（901）を使用して左側および右側区画の聴衆（902, 903）へ信号を運び、リア放射を利用する様子を示す。異なる部分の聴衆が反対極性の信号を受信する。このシステムはマイクロホン位置を検出するのに使用され（後述する）、その場合いかなる曖昧さもマイクロホンが受信した信号の極性を調べて解消することができる。

【0087】

図10は可能な電力増幅器構成を示す。一つのオプションでは、恐らくは分配器または加算器からの、入力デジタル信号（1001）はD A C（1002）およびオプション利得／ボリューム制御入力（1004）を有する線形電力増幅器（1003）を通過する。出力はS E TまたはS E T群（1005）へ供給される。二つのS E Tへの供給を示す好ましい構成では、入力（1006）はオプショングローバルボリューム制御入力（1008）を有するデジタル増幅器（1007）へ直接供給する。グローバルボリューム制御入力は出力駆動回路への電源としても働く。離散値デジタル増幅器出力は随意アナログローパスフィルタ（1009）を通過してからS E T（1005）に達する。

【0088】

図11は分配器の前、（1101）のように、または加算器の後、（1102）のように、または両方の位置でO N S Q段をD P A Aに内蔵できることを示している。他のブロック図と同様に、これはD P A Aアーキテクチャの一つの苦心策を示しているにすぎない。いくつかの苦心策が同時に使用される場合には、追加処理ステップを任意の順序で挿入することができる。

【0089】

図12は線形補償器(1201)および／または線形補償器(1202)の単一分配器DPAAへの内蔵を示す。分配器が遅延を加えるだけでフィルタリングや振幅変化を行わない場合には、この位置で非線形補償しか使用できない。

【0090】

図13はマルチ分配器DPAAにおける線形および／または非線形補償に対する構成を示す。線形補償1301は分配器の前の入力段において再度適用することができるが、各出力は個別に非線形に補償しなければならない1302。この構成では分配器が信号のフィルタリングまたは振幅変化を行う場合にも非線形補償を行うことができる。デジタル補償によりいかなる欠点も考慮することができるため、補償器の使用により比較的低廉なトランスジューサを使用して良い結果を得ることができる。複写の前に補償が実施される場合には、入力信号当たり一つの補償器しかいないという付加利点がある。

【0091】

図14は三つのDPAA(1401)の配線を示す。このケースでは、入力(1402)、入力回路(1403)および制御システム(1404)は三つのDPAA全てにより共用される。入力回路および制御システムは個別に収納したりDPAAの一つに内蔵したりすることができ、他はスレーブとして作用する。あるいは、三つのDPAAは同一とすることができ、スレーブDPAA内の冗長回路は単にイナクティブである。このセットアップによりパワーを増加することができ、アレイが横に並べられる場合には、低周波数における指向性が良好となる。

【0092】

(本発明の第1の側面)

次に、図15および図16A-Dに関して本発明の第1の側面を一般的に説明する。第1の側面の装置は図1に示す一般的構造を有する。図15はこの実施例の分配器(102)をさらに詳細に示す。

【0093】

図5からお判りのように、入力信号(101)は入力端子(1514)により

レプリケータ（1504）へ送られる。レプリケータ（1504）は入力信号を所定回数複写して同じ信号を前記所定数の出力端子（1518）へ与える。次に、入力信号の各レプリカはそれを修正する手段（1506）へ供給される。一般的に、レプリカを修正する手段（1506）は信号遅延手段（1508）、振幅制御手段（1510）および可調節デジタルフィルタ手段（1512）を含む。しかしながら、振幅制御手段（1510）は完全にオプションである。さらに、信号遅延手段（1508）および可調節デジタルフィルタ手段（1512）の一方または他方は無しで済ますこともできる。レプリカを修正する手段（1506）の最も基本的な機能は異なるレプリカがある意味で一般的に異なる量だけ遅延されるようにすることである。出力トランスジューサ（104）が入力信号（101）のさまざまな遅延バージョンを出力する時に達成される音場を決定するのは遅延の選択である。遅延され好ましくは別に修正されたレプリカは分配器（102）から出力端子（1516）を介して出力される。

【0094】

前記したように、各信号遅延手段（1508）および／または可調節デジタルフィルタ手段（1512）により実施される各遅延の選択は達成される音場のタイプに決定的な影響を及ぼす。本発明の第1の側面は四つの特に有利な音場およびその線形結合に関連している。

【0095】

（第1の実施例）

本発明の第1の側面に従った音場が図16Aに示されている。

【0096】

さまざまな出力トランスジューサ（104）を含むアレイ（105）が平面図に示されている。出力トランスジューサの他の列は、例えば、図4Aまたは図4Bに示す列よりも上または下に配置することができる。

【0097】

この実施例では、さまざまな信号遅延手段（508）により各レプリカに加えられる遅延は同じ値、例えば0（例示された平面アレイの場合）、または表面の形状の関数である値（曲面の場合）に設定される。それにより入力信号（101

)を表わすほぼ平行な音の“ビーム”を発生し、それはアレイ(105)に平行な波面Fを有する。一般的には“サイドローブ”もあるが、ビーム方向(波面に垂直)の放射は他の方向よりも著しく強い。アレイ(105)は関心のある音響周波数において1または数波長の物理的範囲を有するものと推定される。この事実が必要ならばACMまたはADFを調節することによりサイドローブは一般的に減衰または移すことができることを意味する。

【0098】

この第1の実施例における動作モードは一般的にアレイ(105)が非常に大きな従来のラウドスピーカを模倣するものと考えることができる。アレイ(105)の個別のトランスジューサ(104)は全て同相で作動されてアレイの平面に垂直な主方向を有する対称的ビームを発生する。得られる音場は直径Dを有する単一の大型ラウドスピーカが使用された場合に得られるものに非常に似ている。

【0099】

(第2の実施例)

第1の実施例はより一般的な第2の実施例の特定の例と考えられる。

【0100】

この実施例では、信号遅延手段(1508)または可調節デジタルフィルタ手段(1512)により各レプリカに加えられる遅延は、アレイの表面を横切るある選択された方向においてトランスジューサ(104)間で体系的に増加するように変動される。これは図15Bに示されている。各出力トランスジューサ(104)へ送られる前にさまざまな信号に加えられた遅延はトランスジューサの後ろを延びる点線により図15Bに示すことができる。長い点線は長い遅延時間を表わす。一般的に、点線と実際の遅延時間との間の関係は $d_n = t_n \cdot c$ となり、 d は点線の長さを表わし、 t は各信号に加えられる遅延量を表わし c は空中の音速を表わす。

【0101】

図15Bからお判りのように、出力トランスジューサに加えられる遅延は図15Bを左から右へ移動するにつれて線形に増加する。したがって、トランスジュー

ーサ (104a) へ送られる信号には実質的に遅延はなくアレイを出る一番目の信号である。トランスジューサ (104b) へ送られる信号には小さな遅延が加えられ、この信号はアレイを出る二番目の信号である。トランスジューサ (104c, 104d, 104e 等) に加えられる遅延は、隣接するトランスジューサの出力間に固定遅延があるように連続的に増加する。

【0102】

このような一連の遅延は、使用された体系的遅延増加量によって決まる量だけビームが曲げられる点を除けば、第1の実施例で発生したものと類似のほぼ平行な音の“ビーム”を発生する。非常に小さな遅延 ($t_n \ll T_c$, n) に対してはビーム方向はアレイ (105) に直交する方向に非常に近く、より大きな遅延 ($\max t_n$) $\sim T_c$ に対してはビームは表面にほぼ接するように方向に向けることができる。

【0103】

前記したように、各トランスジューサからの音波の同じ時間的部分 (音波の同じ情報を表わす部分) が一緒に特定方向に進む波面Fを形成するように遅延を選択することにより音波を集束することなく指向させることができる。

【0104】

分配器によりアレイのエッジ近くに配置されたSETへ与えられる信号の振幅を低減することにより (アレイの中央に近いSETへ与えられる振幅に対して)、放射パターン内のサイドローブのレベル (有限アレイサイズによる) を低減することができる。例えば、ガウスまたは累乗余弦曲線を使用して各SETからの信号の振幅を求めることができる。有限アレイサイズの影響に対する調節と外側のSETの低減された振幅によるパワーの減少との間でトレードオフが達成される。

【0105】

(第3の実施例)

信号遅延手段 (1508) および/または適応デジタルフィルタ手段 (1512) により加えられる信号遅延が、遅延プラスそのSET (104) からDPA Aの前の空間内の選定点までの音響進行時間の和が全てのSETに対して同じ値

となる一すなわち、選定点における各出力トランスジューサから音波が同相音として到来するように選択される場合には、D P A Aはその点Pに音を集束させるようにすることができる。これは図16Cに示されている。

【0106】

図16Cからお判りのように、出力トランスジューサ（104aから104h）の各々に加えられる遅延は、線形ではないが、やはり増加する。それにより焦点上に集束する湾曲波面Fは焦点およびその周り（音の各スペクトル成分の波長にほぼ等しいディメンジョンの領域内）の音響強度が付近の他の点よりも著しく高くなるようにされる。

【0107】

集束する音波を得るのに必要な計算は次のように一般化することができる。
焦点位置ベクトル、

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \\ f_z \end{bmatrix}$$

第nトランスジューサ位置、

$$\mathbf{p}_n = \begin{bmatrix} p_{nx} \\ p_{ny} \\ p_{nz} \end{bmatrix}$$

第nトランスジューサに対する走行時間、

$$t_n = \frac{1}{c} \sqrt{(\mathbf{f} - \mathbf{p}_n)^T (\mathbf{f} - \mathbf{p}_n)}$$

各トランスジューサに対する所要遅延、 $d_n = k - t_n$

ここに、 k は全ての遅延が正で信頼できることを保証する定オフセットである。

【0108】

焦点の位置は前記したように遅延セットを適切に選択することによりDPAの前のほとんどどこでも広範に変動させることができる。

【0109】

(第4の実施例)

図16Dは各出力トランスジューサへ送られる信号に加えられる遅延を求めるためにさらにもう一つの原理が使用される第1の側面の第4の実施例を示す。この実施例では、見掛けの音源Oを有する音場をシミュレートするためにホイヘンスウェーブレットが呼び出される。これは信号遅延手段(1508)または適応デジタルフィルタ(1512)により作り出される信号遅延をアレイの後ろの空間内の点から各出力トランスジューサまでの音響進行時間に等しく設定することにより達成される。これらの遅延は図16Dに点線で示されている。

【0110】

図16Dからシミュレートされた音源位置に最も近く配置されたこれらの出力トランスジューサは音源位置からさらに遠くに配置されたトランスジューサよりも前に信号を出力することが判る。各トランスジューサから放出される波によりセットアップされる干渉パターンは音場を生成しそれは、アレイの前の近距離音場内の聴取者には、シミュレートされた音源から生じるように見える。

【0111】

半球波面が図16Dに示されている。これらの和はシミュレート音源から生じている場合に有する波面と同じ曲率および移動方向を有する波面Fを生成する。したがって、真の音場が得られる。遅延を計算する方程式は次のようになり、

$$d_n = t_n - j$$

ここに、 t_n は第3の実施例のように定義され j は任意のオフセットである。

【0112】

したがって、本発明の第1の側面に従った方法はレプリケータ(1504)を使用して、Nの出力トランスジューサの各々について一つずつの、Nのレプリカ

信号を得るステップを含む。これらの各レプリカが次にアレイ内の各出力トランスジューサの位置および達成すべき効果に従って選択される各遅延だけ遅延される（恐らくフィルタリングにより）。次に、遅延信号が各出力トランスジューサへ送られて適切な音場を生成する。

【0113】

分配器（102）は好ましくは信号を複写することができ各レプリカに遅延を加えられるように個別の複写および遅延手段を含んでいる。しかしながら、例えば、タップ位置が遅延量を決定するNタップ付き入力バッファ等の他の構成も本発明に含まれる。

【0114】

説明するシステムは線形であるため特定の出力トランスジューサに対する所要遅延信号を単純に一緒に加算することにより前記した四つの効果のいずれかを結合することができる。同様に、システムの線形性はいくつかの入力の各々を前記したように個別に異なって集束させて、異なる音場（異なる入力における信号を表わす）をDPAAプロバーから遠隔に確立することができる制御され潜在的に広く分離された領域を生じることができることを意味する。

【0115】

（本発明の第2の側面）

本発明の第2の側面は音源を指向またはシミュレートせずに“反音（anti-sound）”を指向させて音場内に無音スポットを作り出すことができるDPAAの使用に関連している。

【0116】

第2の側面に従ったこのような方法はラウドスピーカの近くに物理的に配置されたマイクロホンから生じる増幅された信号によりラウドスピーカシステムが駆動される時は常に“ハウリング”すなわち正電気音響帰還に苦しむことがある拡声（PA）システムにおいて特に有用である。

【0117】

この状態において、ラウドスピーカの出力が到達し（しばしばかなり狭い周波数帯域で）、マイクロホンによりピックアップされ、次に増幅されてラウドスピー

ーカへ供給され、そこから再度マイクロホンに到達し、... 受信信号の位相および周波数が本マイクロホン信号の出力と一致する場合には、システムが飽和するまで結合された信号が迅速に蓄積してうるさく不快なホイッスルすなわち“ハウリング”を放出する。

【0118】

音響帰還を低減または抑制するための反帰還または反ハウラウンド (anti-howlround) 装置が知られている。それらはいくつかの異なる方法で動作することができる。例えば、それらはハウラウンドが生じる特定の周波数における一利得増幅量を低減してこれらの周波数におけるループ利得が1よりも小さくなるようにすることができる。あるいは、それらはこのような周波数における位相を修正してラウドスピーカ出力がマイクロホン信号に加わるのではなくそれをキャンセルするようにすることができる。

【0119】

もう一つの可能性はマイクロホンからラウドスピーカへの信号パス内に周波数偏移装置 (しばしば僅か2, 3ヘルツの周波数偏移を作り出す) を含めて、帰還信号がマイクロホン信号と一致しないようにすることである。

【0120】

これらの方法はいずれも完全に満足できるものではなく、本発明の第2の側面はマイクロホン/ラウドスピーカシステムがアレイとして配列された複数の個別のトランスジューサユニットを利用する任意の状況、特に、国際特許WO96/31,086の明細書に開示されているような多数のこのようなトランスジューサユニットを利用するラウドスピーカシステムにおいて適切な新しい方法を提案する。より詳細には、本発明の第2の側面は各トランスジューサユニットへ供給される信号の位相および/または振幅が、アレイへの影響により一つ以上の選択された方向 (それに沿って実際にかつ有効にマイクロホンが並べられている) または一つ以上の選択されたポイントにおける“感度”レベルが著しく低減されるようにされる。すなわち、本発明の第2の側面は、1実施例において、音をピックアップしてハウリングを生じるマイクロホンがある時は常に、またはある理由から高い音響レベルを指向させることが望ましくない場合は常に指向される出力

ヌルをラウドスピーカユニットが発生することを提案する。

【0121】

音波はキャンセルされる信号の反転バージョンを特定の位置へ集束すなわち指向させることによりキャンセルすることができる（すなわち、ヌルを発生することができる）。キャンセルされる信号は計算または測定により得ることができる。したがって、本発明の第2の側面の方法は一般的に図1の装置を使用して遅延の適切な選択により与えられる指向性音場を提供する。さまざまなトランスジューサ（104）により出力される信号は非反転入力信号から引き出される音場内の信号をキャンセルしようとする音場信号の反転されスケーリングされたバージョンである。この機構の例が図17に示されている。ここで、入力信号（101）はコントローラ（1704）へ入力される。コントローラは、恐らく遅延を加えた後で、入力信号を従来のラウドスピーカ（1702）へ送る。ラウドスピーカ（1702）は入力信号から引き出される音波を音場（1706）へ出力する。DPAA（104）はこの音場内のいわゆる“ヌル”位置Pに実質的に無音スポットを生じるようにされている。これはラウドスピーカ（1702）からの信号によるポイントPにおける音圧の値を計算して達成される。次に、この信号は本発明の第1の側面に従って説明した正規の音響信号を集束させるのと同様な方法を使用して反転されポイントPに集束される（図17参照）。位置Pにおける音場の正確なレベルを計算または測定しより正確なキャンセルを達成するように反転された信号をスケーリングすることによりほぼ全部のキャンセリングを達成することができる。

【0122】

ヌルポイントで測定されるラウドスピーカのインパルス応答により影響される（部屋の音響にも影響されるが、簡単にするためそれは無視する）点を除けばキャンセルすべき音場内の信号はラウドスピーカ（1702）に供給される信号とほぼ正確に同じである。したがって、ヌリングが正確に実施されることを保証するラウドスピーカインパルス応答のモデルを有することが有用である。インパルス応答を考慮する修正が使用されない場合には、事実信号をキャンセルするのではなく強化してしまうことがある（例えば、180°移相している場合）。イン

パルス応答（無限の大きさおよび無限に小さい持続時間を有し、しかも有限面積を有するシャープなインパルスに対するラウドスピーカの応答）は一般的にインパルスが加えられた後の連続時間におけるサンプルにより表わされる一連の値からなっている。これらの値はラウドスピーカ（1702）への信号入力に加えてインパルス応答を考慮するように修正された信号を得ることができるFIRフィルタの係数を得るようにスケーリングすることができる。次に、この修正された信号を使用して適切な反音を発することができるようにヌリングポイントにおける音場を計算することができる。ヌリングポイントにおける音場は“キャンセルすべき信号”と呼ばれる。

【0123】

前記したFIRフィルタにより信号フロー内に遅延が生じるため、適切な同期を得るために他の何でも遅延させることが有用である。すなわち、ラウドスピーカ（1702）への入力信号はFIRフィルタにラウドスピーカ（1702）のインパルス応答を使用して音場を計算する時間があるように遅延される。

【0124】

インパルス応答はラウドスピーカ（1702）へ送られる信号にテスト信号を加えヌリングポイントにおける入力トランスジューサを使用してそれらを測定することにより測定することができる。あるいは、システムのモデルを使用して計算することができる。

【0125】

本発明のこの側面のもう一つの実施例が図18に示されている。ここでは、個別のラウドスピーカ（1702）を使用して初期音場を生成する替わりに、DPA Aがこの目的のためにも使用される。このケースでは、入力信号は複写されて各出力トランスジューサへ送られる。位置Pにおける音はDPA A出力によるものだけであるため、この位置における音響信号の大きさは極めて容易に計算することができる。これは最初に各出力トランスジューサからヌリングポイントまでの走行時間を計算することにより達成される。ヌリングポイントにおけるインパルス応答は、入力信号が初期音場を生成する時に遅延されフィルタリングされ、さらにヌリングポイントまでの走行時間だけ遅延され $1/r^2$ 距離効果により減

衰される各出力トランスジューサに対する各インパルス応答からなっている。

【0126】

厳密に言えば、このインパルス応答は個別のアレイトランスジューサのインパルス応答により畳み込まなければならない（すなわち、フィルタリングされる）。しかしながら、ヌリング信号はこれらの同じトランスジューサを介して再生され、その段において同じフィルタリングを受ける。ヌリングに対するモデルベースインパルス応答ではなく測定した応答を使用している場合には（後述する）、通常出力トランスジューサのインパルス応答により測定した応答を逆畳込み（*deconvolve*）する必要がある。

【0127】

前記した要件を使用して得られたキャンセルすべき信号は反転およびスケールリングするされた後で再度複写される。次に、これらのレプリカは反転信号が位置Pに集束されるように遅延される。通常反転（ヌリング）信号はそれがヌルするように設計される音場と同じ時間にヌリングポイントに到達できるように、オリジナル（非反転）入力信号をさらに遅延させる必要がある。各出力トランスジューサに対して、入力信号レプリカおよび各遅延反転入力信号レプリカは互いに加えられてそのトランスジューサに対する出力信号を生成する。

【0128】

この効果を達成する装置が図19に示されている。入力信号（101）が第1の分配器（1906）およびプロセッサ（1910）へ送られる。そこからインバータ（1902）へ送られ反転入力信号が第2の分配器（1908）へ送られる。第1の分配器（1906）において入力信号は遅延無しに、または一定の遅延で、さまざまな加算器（1904）へ送られる。あるいは、指向された入力信号を得るために遅延セットを加えることができる。プロセッサ（1910）は入力信号を処理して入力信号により確立される（入力信号の任意の指向を考慮して）音場を表わす信号を得る。前記したように、この処理は一般的にさまざまなトランスジューサの既知のインパルス応答、各入力信号レプリカに加えられる既知の遅延時間および各トランスジューサからヌリングポイントまでの既知の走行時間を使用してヌリングポイントにおける音場を求めることを含んでいる。第2の

分配器（1908）は反転音場信号を複写して遅延させ、遅延レプリカがさまざまな加算器（1904）へ送られて第1の分配器からの出力に加えられる。次に、単一出力信号が各出力トランスジューサ（104）へ送られる。前記したように、第1の分配器（1906）は指向性すなわちシミュレートされた音源音場を供給することができる。これは複数の音波を特定の方向へ向けたい時に有用であるが、得られる音場のある部分は非常に静かである必要がある。

【0129】

システムが線形であるため、インバータ（1902）において実施される反転は第2の分配器を去る各レプリカに対して実施することができる。そのとき一つのインバータ（1902）しか必要としないため、明らかに複写する前に反転ステップを実施するのが有利である。反転ステップはフィルタに内蔵することもできる。さらに、分配器（1906）がADFを内蔵する場合には、初期音場およびヌリングビームに関連するフィルタ係数を合計することにより、初期音場とヌリングビームの両方をそれにより発生することができる。

【0130】

関心ある位置における音を測定するのに入力トランスジューサ（例えば、マイクロホン）が使用される場合には、既知の装置により生成されていない音場内にヌルポイントを形成することができる。図20はこのようなシステムのインプリメンテーションを示す。マイクロホン（2004）がコントローラ（2002）に接続され空間内の特定位置における音響レベルを測定するようにされている。コントローラ（2002）は測定信号を反転させてこの反転信号の遅延レプリカを生成し、反転信号をマイクロホン位置に集束するようにする。これによりマイクロホン位置における音場に関する負帰還ループが生成されマイクロホン位置における無音を保証する。もちろん、マイクロホン（2004）により検出された実際の音響（例えば、ノイズの多い部屋による）とマイクロホン位置に到達する反転検出信号を表わす音波との間に遅延があることがある。しかしながら、低周波数に対しては、この遅延は許容できる。この影響を考慮するために、DPAAの出力トランスジューサ（104）により出力される信号は低周波数成分しか含まないようにフィルタリングすることができる。

【0131】

前記した実施例は一点に集束される反転された（かつ、恐らくはスケーリングされた）音場信号を使用する“ヌリング”の概念について説明している。しかしながら、より一般的なヌリングは第1の側面の第1および第2の実施例について説明したのと同じ方法を使用して平行ビームを指向させることを含んでいる。

【0132】

アレイまたは本発明の利点はさまざまである。その一つは音響エネルギーを選択的に指向させないようにして“無音スポット”を作り出し、周囲領域の残りに指向されたエネルギーは大部分不変のままとすることができることである（前記したように、それはポジティブビームを形成するように整形することができる）。これはラウドスピーカへ供給される信号が全てまたは一部ラウドスピーカアレイ近くのマイクロホンから引き出される場合に特に有用であり、スピーカアレイからこのようなマイクロホンへ“反ビーム”が指向されると、システムのループ利得がこの方向またはこのポイントだけで低減されハウルラウンドが起こる可能性を低減することができる、すなわち、マイクロホンまたはその近くにヌルまたは部分ヌルが配置される。ステージ上または会議でよく見かけるように多数のマイクロホンがある場合には、多数の反ビームをそのように形成して各マイクロホンに指向させることができる。

【0133】

聴取エリアの一つ以上の領域が壁その他の境界からの反射の悪影響を受ける所で、反ビームをこれらの境界へ向けてそこからの任意の反射の悪影響を低減して聴取エリア内の音響の品質を改善する時に第3の利点も見られる。

【0134】

利用される音響の波長がアレイの物理的ディメンジョンに比べて極端である所では本発明のスピーカシステムにより問題が起こることがある。したがって、トランスジューサアレイの主要な2Dディメンジョンの一方または両方のアレイ範囲が、システムの有用な使用範囲内で所与の周波数（ F_c ）よりも下で音のまたは少数の波長よりも小さい場合には、これらのディメンジョンのいずれかまたは両方で顕著な指向性を作り出すその能力が幾分または著しく低減される。さら

に、関連するディメンジョンに比べて波長が非常に大きい場合には、指向性は本質的にゼロとなる。したがって、アレイはいずれの場合にも F_c よりも低い周波数では指向性の目的に対して有効ではない。しかしながら、さらに悪いことは反ビームを発生するのに使用されるトランスジューサアレイの不要な副作用により、 F_c よりも遥かに低い周波数において、全方向の出力エネルギーが無意識に遥かに低減されることがあることであり、それは放射器と見なされるトランスジューサアレイが波長よりも空間的に遥かに分離されていない多数の正相および逆相要素を有し、破壊的干渉を発生しその影響は遠距離場内の全方向ではなくとも多くの方向の放射をキャンセルするほど大きく—それは反ビームの発生において望ましくないためである。

【0135】

この特殊なケースに対処するために、トランスジューサアレイへの駆動信号は最初に F_s よりも低い周波数 ($Band\ Low$) および F_s よりも高い周波数 ($Band\ High$) へ分割しなければならず、 F_s は F_c の領域内のどこかにある (すなわち、 F_s よりも低い周波数の信号の波長に比べてそのサイズが小さいため遠距離場内で破壊的に干渉を開始する所)。次に、 $Band\ High$ が信号が遅延要素を介して標準的方法によりトランスジューサアレイ要素へ供給され、 $Band\ Low$ 信号は個別に遅延要素周りに向けられアレイ内の全ての出力トランスジューサへ直接供給される (各トランスジューサにおいてその各 $Band\ High$ 信号の出力と合計される)。このようにして、 F_s よりも低い周波数が全体アレイを横切って同相で要素へ供給されて遠距離場内で破壊的に干渉せず、 F_s よりも高い周波数は一つ以上のSDM群によりビーミングおよび反ビーミングされて遠距離場内に有用なビーミングおよび反ビーミングを発生し、低周波数出力は完全なままとされる。このような分周を使用する本発明の実施例は本発明の第5の側面に関して後述する。

【0136】

図20および図18の装置はマイクロホン(2004)において検出される入力信号が一般的にDPAAのトランスジューサ(104)により出力されるが、マイクロホン自体の位置においてこの出力信号のキャンセルが行われるように結

合することができる。前記したように、システム利得があるレベルよりも高く設定される場合には、通常ハウラウンド（正電気音響帰還）の確率がある。しばしばこの制限レベルは十分低くマイクロホンのユーザは適切な感度とするために非常に近づかなければならず、それは問題を生じることがある。しかしながら、マイクロホンの方向にヌルすなわち反ビームを作り出すD P A Aセットにより、この望ましくない影響を著しく低減することができ、システム利得をより高いレベルまで高めてより有用な感度を与えることができる。

【0137】

（本発明の第3の側面）

本発明の第3の側面は本発明の第1および第2の側面に関して前記した装置と同様な単一音響放出装置だけを使用してサラウンド音響またはステレオ効果を生成するD P A Aシステムの使用に関連している。特に、本発明の第3の側面は音波が反射または共振表面に衝突して再伝播されるように音響の異なるチャンネルを異なる方向に指向させることに関連している。

【0138】

本発明の第3の側面はD P A Aが屋外（または、実質的に無響状況を有する任意他の場所）で作動される場合に、観察者は個別の音場を容易に知覚するために音響が集束されている領域の近くへ移動する必要がある問題に向けられている。そうしなければ、観察者は生成されている個別の音場を突き止めるのが困難である。

【0139】

音響反射面、あるいは吸収した入射音響エネルギーを再放射する音響共振体がこのような集束領域内に配置される場合、それは集束された音響を再放射して効果的に、D P A Aから離れられ、焦点領域に配置された新しい音源となる。平面反射体が使用される場合には、反射音響は主に特定の方向へ向けられ、拡散反射体が存在する場合には、音は反射体の集束された音響がD P A Aから入射するのと同じ側の焦点領域から離れる全方向に多かれ少なかれ再放射される。したがって、異なる入力信号を表わすいくつかの異なる音響信号が前記したようにD P A Aにより異なる焦点領域に集束され、かつ各焦点領域内にそこから音を再指向させ

るような反射体または共振器が配置される場合には、ここに記載されている設計の単一D P A Aを使用して真の多重分離音源音響放射器システムを構成することができる。音を集束させることは重要ではなく、音は本発明の第1の側面の第2の実施例のように指向させることができる。

【0140】

多数の硬くかつ／または堅固な反射境界面がある非無響状況（通常の室内環境）において、D P A Aが多重分離集束ビームについて前記したように作動され一すなわち、異なる入力信号を表わす音響信号が異なる分離された領域内に集束され一、特に、これらの集束領域が一つ以上の反射境界面へ向けられる場合には、観察者は自分の正規の指向性音響知覚力だけで個別の音場を容易に知覚することができ、同時にこれらの領域から観察者に達する反射音（境界からの）によりこれらの各々を空間内の個別の焦点領域において突き止めることができる。

【0141】

このようなケースでは、観察者は人工的な心理音響学的要素を音響信号内へ導入するD P A Aには決して依存しない真の分離された音場を知覚することを強調したい。したがって、観察者がD P A Aの近距離音場から十分遠ければ、観察者の位置は真の音響標定にとって比較的重要ではない。このようにして、最もリアルな環境において見つかった自然な境界を使用して、一つの物理的ラウドスピーカ（D P A A）だけでマルチチャネル“サラウンド音響”を達成することができる。

【0142】

適切な自然反射境界を欠く環境において同じ効果を作り出す場合、音源が生じて次にこれらの表面にビームを向けるように見えることが望ましい人工的反射または共振面の適切な配置により同様に分離されたマルチソース音場を達成することができる。例えば、大きなコンサートホールや外部環境では光学的に透明なプラスチックまたはガラスパネルを配置して視覚インパクトの少ない音響反射体として使用することができる。これらの領域からの音響の広い分散が望ましい場合には、音響散乱反射体または広帯域共振器を替わりに導入することができる（これはより困難であるが光学的に透明とするのは不可能ではない）。

【0143】

図21は聴取者(2103)にマルチソースを提供するための単一DPA Aおよび多数の反射または共振面(2102)の使用を示す。心理音響学的キュー(cue)に依存しないため、聴取エリア全体をとおしてサラウンド音響効果を聴くことができる。

【0144】

単なる指向ではなく集束が使用される場合には、焦点のサイズにほぼ等しい直径を有する球形反射体を使用して広い角度にわたって拡散反射を達成することができる。拡散反射効果をさらに強化するために、表面は拡散したい音響周波数の波長程度の粗さを持たなければならない。

【0145】

本発明のこの第3の側面は本発明の第2の側面と共に使用して他方のチャンネルの反ビームを所与のチャンネルに関連する反射体へ向けられるようにすることができる。ステレオ(2-チャンネルシステム)の例をとると、チャンネル1は反射体1へ集束されチャンネル2は反射体2へ集束されて反射体2においてチャンネル1をヌルしかつ反射体1においてチャンネル2をヌルする適切なヌリングが含まれる。これは正しいチャンネルが各反射面において相当なエネルギーを有することを保証する。

【0146】

本発明の第3の側面の大きな利点は前記した全てが単一DPA A装置により達成され、各トランスジューサに対する出力信号が(恐らく修正され反転された)入力信号の遅延されたレプリカの合計から蓄積されるということである。したがって、従来サラウンド音響システムに付随する多くの配線および装置がなくて済む。

【0147】

(本発明の第4の側面)

本発明の第4の側面は出力トランスジューサアレイ付近におけるマイクロホンの位置またはマイクロホンアレイ付近におけるラウドスピーカの位置を標定するためのマイクロホン(入力トランスジューサ)およびテスト信号の使用に関連し

ている。

【0148】

この側面に従って、D P A Aからの音響放出を感知することができ、配線またはワイヤレス手段によりD P A A制御電子装置に接続される一つ以上のマイクロホンが提供される。D P A Aは三つ以上の（一般的には全ての）S E Tからマイクロホンまでの信号の伝播時間を測定し三角測量することにより一つ以上のD P A A S E Tに対するマイクロホンの標定を計算できるようにされたシステムを、内蔵しており、プログラム材料音響の聴取者知覚と干渉することなくD P A Aの使用中にマイクロホンの動きを追跡する可能性が与えられる。D P A A S E Tアレイがオープンバックである一すなわち、ダイポールのようにトランスジューサの両側から放射する一場合には、D P A Aの前後におけるマイクロホン位置の潜在的な曖昧さは受信信号の位相（特に、低周波数における）を調べることでより解消することができる。

【0149】

演奏中に空気温度と共に変化し、現場の音響効果やスピーカシステムの性能に影響を及ぼす、音速は付加三角測量点を使用することにより同じプロセスにおいて求めることができる。マイクロホン標定は特定のテストパターンを使用するか（例えば、順次各S E Tへの擬似ランダムノイズシーケンスまたはショートパルスシーケンス、ここで

$$t_p \leq r_s / c_s$$

において、パルス長 t_p は所要空間分解能 r_s 以下）あるいはD P A Aにより放送されるプログラム材料を有する低レベルテスト信号（聞き取れないように設計することができる）を導入し、次に相互相関によりこれらを検出することにより行うことができる。

【0150】

S D Mにより加えられる遅延および／またはA D Fのフィルタ係数を変更することにより、一つ以上の特定位置における音場を最適化する（ある所望の感覚で

）制御システムをD P A Aに付加することができる。前記したマイクロホンが利用できる場合には、この最適化はセットアップ時—例えば、D P A Aの動作前使用中—または実際の使用中に行うことができる。後者の場合、D P A Aを制御するのに使用されるハンドセット内に一つ以上のマイクロホンを埋め込むことができ、この場合制御システムはマイクロホンをリアルタイムでアクティブに追跡してハンドセットの位置、したがって、少なくとも一人の聴取者の推定位置において音響を連続的に最適化するように設計することができる。制御システム内にD P A Aのモデル（最もありそうなのはソフトウェアモデル）とその音響特性、プラス随意現在その中に配置されている環境（すなわち、それが使用されている所、例えば聴取室）のモデルを組み込むことにより、制御システムはこのモデルを使用して任意のユーザ指定位置における音響を最適化して任意の煩わしいサイドローブを低減するためのD P A Aパラメータの所要調節を自動的に推定することができる。

【0151】

前記した制御システムは、さらに、一つ以上の特定位置—例えば、D P A Aに接続されるライブ演奏マイクロホンが配置される位置、または望ましくない反射面があることが知られている位置—における音響レベルを最小限に抑えて、“不感帯”を生成するように調節することができる。このようにして、不要な室内残響を回避できるように、不要mic/D P A A帰還を回避することができる。この可能性は本発明の第2の側面に関して検討されている。

【0152】

埋込みテスト信号—すなわち、大部分聴衆には知覚できないように設計され、低レベル擬似ランダムノイズシーケンスにより代表され、プログラム信号上に重畳されるD P A A電子装置内に発生された付加信号—を使用することにより、一つ以上のライブ演奏マイクロホンを空間的に追跡することができる（前記マイクロホンとD P A Aトランスジューサ間の遅延パターンの適切な処理により）。次に、このマイクロホン空間情報はマイクロホンが移動される時はいつでも“不感帯”の位置決め等の目的に対して使用することができる（埋込みテスト信号はマイクロホン位置において非ゼロ振幅である必要があることとお判り願いたい）。

【0153】

図22は聴取エリア内の場所を指定するマイクロホンの使用に対して可能な構成を示す。マイクロホン(2201)は無線送信機(2202)および受信機(2203)を介してDPAA(105)のアナログまたはデジタル入力(2204)に接続される。より簡便であればワイヤまたは他のワイヤフリー接続を替わりに使用することができる。大概のSET(104)は正規動作に使用されるかまたは無音である。少数のSET(2205)がテスト信号を発し、通常のプログラム信号に加えられるかその代わりとされる。テストSETとマイクロホン間のパス長(2206)はテスト信号とマイクロホン信号の比較により推定され、三角測量によりマイクロホンの位置を推定するのに使用される。受信したテスト信号の信号対ノイズ比が悪ければ、数秒にわたって応答を積分することができる。

【0154】

屋外演奏では、風がラウドスピーカシステムの性能に著しいインパクトを与える。音の伝播方向は風により影響される。特に、音の所望の伝播方向に垂直に聴衆を横切って吹く風は音響パワーの多くを現場の外へ送り出してしまい、内部のカバレッジは不十分となる。図23はこの問題を示す。点線に囲まれたエリア2302は風が無い場合のDPAA(105)の音場形状を示す。風Wは音場2304が得られるように右から吹き、それは音場2302の歪められたバージョンである。

【0155】

DPAAシステムにより、マイクロホン位置発見信号の伝播は横風により同様に影響を受ける。したがって、マイクロホンMが聴衆エリアの中央に配置されているが、西から横風が吹いていた場合には、位置発見システムにはマイクロホンが聴衆エリアの西にあるように見える。図23の例をとると、風Wによりテスト信号はDPAAからマイクロホンまで湾曲パスをとる。これによりシステムはマイクロホンを、真の位置Mの西の、位置Pに誤標定する。これを考慮するために、アレイウェイの放射パターンは見かけのマイクロホン位置P周りのカバレッジを最適化し、風を補償し、実際の聴衆エリア内に最適カバレッジを与えるように

調節される。D P A A制御システムは演奏中にこれらの調節を自動的に行うことができる。制御システムの安定性を保証するために、緩やかな変化しか行っていない。システムのロバストさは聴衆エリア全体にわたって既知の位置で多数のマイクロホンを使用して改善することができる。風が変わる場合であっても、音場は所望の方向に実質的に一定に指向し続けることができる。

【0156】

本発明の第3の側面に関して前記したように、D P A Aから遠隔に見かけの音源を配置したい（音響エネルギービームを適切な反射面上に集束させることにより）場合には、前記したマイクロホンの使用により単純な方法でこの状況をセットアップすることができる。一つのマイクロホンが遠隔音源となる表面の近くに配置され、マイクロホンの位置は前記したD P A Aサブシステムにより正確に決定される。次に、制御システムはマイクロホンの位置において集束すなわち指向されたビーム（一つ以上のユーザ選択入力に接続される）を標定するための最適アレイパラメータを計算する。その後、マイクロホンは除去することができる。次に、個別の遠隔音源が選択位置における表面から音響を発する。

【0157】

ある程度の冗長度をシステム内に組み込んでより正確な結果を与えるのが有利である。例えば、テスト信号が各出力トランスジューサから入力トランスジューサまで進行するのに要する時間を一般的にアレイ内の全出力トランスジューサに対して計算して、解くべき変数（三つの空間変数および音速）よりも多くの連立方程式を生じることができる。方程式を適切に解くことにより最低全体誤差を生じる変数に対する値を得ることができる。

【0158】

テスト信号は擬似ランダムノイズ信号または非可聴信号を含むことができ、それらはD P A A S E Tにより出力されるかまたはいかなる入力信号成分も出力しないトランスジューサを介して出力される遅延入力信号レプリカへ加えられる。

【0159】

本発明の第4の側面に従ったシステムは付近に出力トランスジューサがある入

カトランスジューサアレイにより構成されるDPAA装置にも応用することができる。出力トランスジューサはアレイ内の各入力トランスジューサにより受信される単一テスト信号しか出力することができない。次に、テスト信号の出力とその受信との間の時間を使用して出力トランスジューサの位置を三角測量しかつ／または音速を計算することができる。

【0160】

このシステムにより“入力ヌル”を生成することができる。これらは入力トランスジューサアレイがそれに対して低減された感度を有するエリアである。図24から26はこのような入力ヌルがどのようにセットアップされるかを示す。最初に、入力ヌルが配置されるべき位置0が選択される。この位置において、全体として入力トランスジューサ(2404)のアレイによりピックアップされないノイズを作ることができる。この入力ヌルを生成する方法は、実際にはさらに多くを使用することができるが、三つの入力トランスジューサ(2404a, 2404bおよび2404c)しかないアレイに関して説明する。

【0161】

最初に、位置0に配置された点音源から音が発せられる状況について考える。時間0において音が発せられると、パス長が異なるためそれは最初にトランスジューサ(2404c)に達し、次にトランスジューサ(2404b)その次にトランスジューサ(2404a)に達する。説明を容易にするために、パルスが1秒後にトランスジューサ(2404c)に達し、1.5秒後にトランスジューサ(2404b)に達し2秒後にトランスジューサ(2404a)に達するものと仮定する(これらは単に例示を容易にするために選択された非現実的に大きな図である)。これは図25Aに示されている。これらの受信された入力信号は、次に、アレイの入力感度を実際に位置0上に集束するように量を変動させることにより遅延される。このケースでは、これはトランスジューサ(2404b)において受信された入力を0.5秒遅延させ、トランスジューサ(2404c)において受信された入力を1秒遅延させることを含んでいる。図25Bから判るように、この結果全入力信号が時間を揃えるように修正される(遅延を加えることにより)。次に、これらの三つの入力信号は合計されて図25Cに示す出力信号を

得る。次に、この出力信号をほぼアレイ内の入力トランスジューサ数で割ることによりその大きさが減少される。このケースでは、これは出力信号を3で割って図25Dに示す出力信号を得ることを含んでいる。図25Bに示す信号を達成するためにさまざまな入力信号に加えられた遅延が、次に、出力信号のレプリカから除去される。したがって、出力信号は各入力信号に加えられた遅延量と同じ量を変動させることにより複写され進められる。そのため、図25Dの出力信号は全く進められず最初のヌリング信号N aを生成することはない。出力信号のもう一つのレプリカは0.5秒進められてヌリング信号N bを生成し出力信号の第3のレプリカは1秒進められてヌリング信号N cを生成する。ヌリング信号は図25Eに示されている。

【0162】

最終ステップとして、これらのヌリング信号は各入力信号から減じられて一連の修正された入力信号を与える。O点において生じる音のケースに対して予想するように、本例のヌリング信号は入力信号と全く同じであり実質的にゼロの大きさを有する三つの修正された信号が得られる。したがって、本発明の第4の側面の入力ヌリング方法は入力ヌルが配置されている位置Oから発せられる信号をD P A Aに無視させるように働くことが判る。

【0163】

O以外の音場内の位置から生じる信号は、図24の位置Xに配置された音源により入力トランスジューサにおいて得られる信号を本発明の方法がどのように処理するかを考えれば判るように、ゼロに低減されることはない。位置Xから生じる音は最初にトランスジューサ(2404a)に到達し次にトランスジューサ(2404b)に最後にトランスジューサ(2404c)に到達する。これは図26Aに示す音響パルスにより理想化される。入力ヌリング方法に従って、これらの受信信号は感度を位置O上に集束させる量だけ遅延される。したがって、トランスジューサ(2404a)における信号は遅延されず、トランスジューサ(2404b)における信号は0.5秒遅延されトランスジューサ(2404c)における信号は1秒遅延される。これから生じる信号が図25Bに示されている。

【0164】

次に、これら三つの信号は一緒に加えられて図26Cに示す出力信号を達成する。次に、この出力信号はその大きさを低減するように適切な入力トランスジューサ数で除される。得られる信号が図26Dに示されている。次に、得られた信号は複写され各レプリカは図26Bに示す信号を達成するために入力信号が遅延された量だけ進められる。得られる三つの信号が図26Eに示されている。次に、これらのヌル信号 N_a 、 N_b および N_c はオリジナル信号から減じられて修正された入力信号 M_a 、 M_b および M_c を得る。図26Fに示す得られる信号から判るように、入力パルスは修正により無視できる程度しか変化しない。入力パルス自体が元のレベルの $2/3$ へ低減されオリジナルパルスレベルの $1/3$ の他の負パルスはノイズとして加えられている。多くの入力トランスジューサを使用するシステムに対して、パルスレベルは一般的にパルスの $(N-1)/N$ だけ低減されノイズは一般的にパルスの $(1/N)$ の大きさを有する。したがって、例えば100のトランスジューサに対して、音がヌリング位置0から遠い点から来る時は修正の影響は無視できる。次に、26Fの信号を従来のビーム形成に使用してXからの信号を回復することができる。

【0165】

本発明の第4の側面で使用したさまざまなテスト信号はさまざまな入力信号に相関関数を適用することにより区別することができる。検出すべきテスト信号は任意の入力信号により相互相関され、このような相互相関の結果が解析されてテスト信号が入力信号内に存在するかどうかを示す。擬似ランダムノイズ信号はどの信号も群内の任意数の他の信号の一次結合とはならないように互いに独立している。それにより相互相関プロセスが問題とするテスト信号を識別することが保証される。

【0166】

テスト信号は望ましくはそれらの非可聴性を最大とするように非フラットなスペクトルを有するように定式化される。これは擬似ランダムノイズ信号をフィルタリングして行われる。最初に、それらは耳が比較的鈍感であるオーディオ帯域の領域内に配置されたパワーを有することがある。例えば、耳は3.5 kHz付近に最大感度を有し、そのためテスト信号は好ましくはこの周波数付近に最小パ

ワーがある周波数スペクトルを有する。第2に、プログラム信号に従ってテスト信号を適応的に変え、テスト信号パワーの多くをマスクされるスペクトルの一部に置くことによりマスキング効果を使用することができる。

【0167】

図27はDPAAに内蔵するテスト信号発生および解析のブロック図を示す。テスト信号はブロック(2701)において発生および解析される。それは入力として、所望のオーディオ信号によるマスキングにより知覚不能とされるテスト信号を設計するための正規の入力チャネル、およびマイクロホン入力2204を有する。DSRCおよび/またはADC等の通常の入力回路は判り易くするために省かれている。テスト信号は専用SET(2703)または共用SET2205により発せられる。後者のケースでは、テスト信号はテスト信号挿入ステップ(2702)において各SETへ供給する信号に内蔵される。

【0168】

図28は二つの可能な信号挿入ステップを示す。プログラム入力信号(2801)は分配器または加算器から来る。テスト信号(2802)は図27のブロック2701から来る。出力信号(2803)はON SQ、非線形補償器、または直接増幅器段へ行く。挿入ステップ(2804)において、テスト信号はプログラム信号へ加えられる。挿入ステップ(2805)において、テスト信号はプログラム信号に取って代わる。制御信号は省かれる。

【0169】

(本発明の第5の側面)

第2の側面に関して前記したように、入力信号を二つ以上の周波数帯域へ分割しDPAA装置を使用して達成される指向性に関してこれらの周波数帯域に個別に対処することがしばしば有利である。このような技術はビーム指向時だけでなく、特定位置における音をキャンセルしてヌルを生成する時にも有用である。

【0170】

図29は異なる周波数帯域のビームを選択的に放つ一般的装置を示す。

【0171】

入力信号101は信号スプリック/コンバイナ(2903)に接続され、した

がって、並列チャンネル内のローパスフィルタ (2901) およびハイパスフィルタ (2902) に接続される。ローパスフィルタ (2901) は分配器 (2904) に接続され、それは全ての加算器 (2905) に接続され、それは次にD P A A (105) のNのトランスジューサ (104) に接続される。

【0172】

ハイパスフィルタ (2902) は図2の装置 (102) と同じ装置 (102) (一般的に、Nの可変振幅可変時間遅延要素を含んでいる) に接続され、それは次に加算器 (2905) の他方のポートに接続されている。

【0173】

このシステムはアレイサイズがこれらの低周波数における波長に比べて小さいことによる低周波数の遠距離音場キャンセル効果を克服するのに使用することができる。したがって、このシステムは異なる周波数を音場の整形に関して異なって処理することができる。ソース/検出器およびトランスジューサ (2904) 間を低周波数は全て同じ時間遅延 (通常はゼロ) および振幅で通過し、より高い周波数はNトランスジューサの各々について独立にかつ適切に時間遅延および振幅制御される。これにより低周波数のグローバル遠距離音場ヌリング無しにより高い周波数のアンチビーミングすなわちヌリングを行うことができる。

【0174】

本発明の第5の側面に従った方法は可調節デジタルフィルタ (512) を使用して実施できることをお判り願いたい。このようなフィルタはフィルタ係数に対する適切な値を選択するだけで異なる周波数に対して異なる遅延を与えることができる。この場合、周波数帯域を個別に分割して各周波数帯域から引き出されるレプリカに異なる遅延を適用する必要がない。単一入力信号のさまざまなレプリカをフィルタリングするだけで適切な効果を達成することができる。

【0175】

(本発明の第6の側面)

本発明の第6の側面はD P A A システムのユーザが特定のチャンネルの音が任意特定の時間にどこに集束されるかを必ずしも容易に標定できないという問題に取り組むものである。この問題は空間内の音が集束されるポイントで交差するよう

にすることができる二本のステアラブル光線を提供することにより緩和される。光線はオペレータの制御下であり、DPPAコントローラはオペレータが光線を交差させる時は常に音響チャネル集束が行われるようにされている。これは部屋の数学的モデルの生成や他の複雑な計算に依存しない非常にセットアップの容易なシステムを提供する。

【0176】

二本の光線が提供される場合、それらは空間内のチャネルの集束領域の中心またはその近くで交差するようにDPA電子装置により自動的にステアリングされ、再度たくさんの有用なセットアップ帰還情報をオペレータに提供する。

【0177】

二本の光線の色を異ならせることは有用であり、重複領域では第3のの色が知覚されるように異なる原色、例えば、赤および緑が最善である。

【0178】

どのチャネルセッティングが光線の位置を制御するかを選択する手段も設けなければならず、これらは全てハンドセットから制御することができる。

【0179】

三本以上の光線が提供される場合には、ステアラブル光線対の空間内の交差位置により多数のチャネルの集束領域を同時に際立たせることができる。

【0180】

小さなレーザビーム、特に、固体ダイオードレーザは有用なコリメート光源を提供する。

【0181】

ステアリングはガルボ (galvo) やモータにより、あるいは英国特許出願第0003, 136. 9号の明細書に記載されているようなWHERM機構により駆動される小型ステアラブルミラーを介して容易に達成することができる。

【0182】

図30はDPA上のプロジェクタ (3001, 3002) から発せられて焦点 (3005) を示すステアラブル光線 (3003, 3004) の使用を示す。プロジェクタ (3001) が赤色光を発しプロジェクタ (3002) が緑色光を

発する場合、焦点では黄色光線が見える。

【0183】

(本発明の第7の側面)

D P A A内の多数の光源が同時に使用される場合には、クリッピングや歪を回避するために、S E Tに与えられた合計された信号のどれもがS E Tピストンまたは合計器、デジタル増幅器、O N S Qまたは線形または非線形補償器のフルスケールデジタルレベル (F S D L) の最大偏位を越えないことを保証することが重要となることがある。これはI ピーク信号の各々をスケールダウンまたはピーク制限してどのピークもフルスケールレベルの $1/I$ を越えないようにすることにより回りくどくなく達成することができる。この方法は入力信号がF S D Lにおいて一緒にピーとなる最悪のケースに対処はするが、単一入力に利用できる出力パワーを厳しく制限する。大概のケースでは時折の瞬間 (映画サウンドトラックの爆音等) を除けばこれは起こりそうもない。したがって、より高いレベルが使用されこのような同時ピーク中だけピーク制限を使用して過負荷が回避されれば、デジタルシステムのダイナミックレンジをより良く使用することができる。

【0184】

デジタルピーリミッターは必要に応じて入力信号デジタルオーディオ信号をスケールダウンして出力信号が指定された最大レベルを超えるのを防止するシステムである。それは入力信号から制御信号を引出し、それをサブサンプリングして所用の計算を低減することができる。制御信号は平滑されて出力信号の不連続性を防止する。利得がピーク (アタック時定数) の前に低減され後で正規に戻される (リリース時定数) レートはリミッターの可聴効果を最小限に抑えるように選択される。それらはユーザの制御下で工場プリセットされるか、または入力信号の特性に従って自動的に調節される。少量のレーテンシが許容できる場合には、制限アクションのアタックフェーズが突然のピークを予想できるように、制御信号を“ルックアヘッド”することができる (制御信号は遅延させずに入力信号を遅延させて)。

【0185】

各S E Tが異なる相対遅延を有する入力信号の和を受信するため、入力信号の

和からピーリミッター用制御信号を引出すことは十分単純なことではなく、それは一つの和内で一致しないピークが一つ以上のSETへ与えられる遅延和においてもそうすることがあるためである。各合計信号に独立したピーリミッターが使用される場合、あるSETが制限され他は制限されなければ、アレイの放射パターンが影響を受ける。

【0186】

この影響は全てが同量の利得低減を加えるようにリミッターを連結して回避することができる。しかしながら、一般的にそうであるが、Nが大きいとこれは実現するのが複雑であり合計点における過負荷を防止しない。

【0187】

本発明の第7の側面に従った別の方法はマルチチャネルマルチフェーズリミッター(MML)であり、その線図が図31に示されている。この装置は入力信号に作用する。それは現在SDMにより実現される遅延範囲にわたるタイムウィンドウ内の各入力信号のピークレベルを見つけ、次に、これらのIピークレベルを合計してその制御信号を作り出す。制御信号がFSDLを越えなければ、個別のSETへ与えられたどの遅延和もできず、制限作用は不要である。越える場合には、入力信号はレベルをFSDLへ下げるように制限しなければならない。アタックおよびリリース時定数およびルックアヘッド量はユーザの制御下としたり応用に従って工場プリセットとすることができる。

【0188】

ONSQと共に使用される場合、MMLはオーバーサンプラーの前または後で作用することができる。

【0189】

オーバーサンプリングの前に入力信号から制御信号を引出し、次に、オーバーサンプルされた信号に制限作用を適用することによりより低いレイテンシを達成することができ、帯域幅が制限されているため、より低次のより低い遅延アンチエイジングフィルタを制御信号に使用することができる。

【0190】

任意数のチャネル(入力信号)に対して外挿することができるが、図31はM

MLの2-チャンネルインプリメンテーションを示す。入力信号(3101)は入力回路または線形補償器から来る。出力信号(3111)は分配器へ行く。各遅延ユニット(3102)はバッファを含みその入力信号のいくつかのサンプルを格納し、そのバッファ内に含まれた最大絶対値を(3103)として出力する。バッファの長さは図示せぬ制御信号により分配器内に実現される遅延範囲を追跡するように変えることができる。加算器(3104)は各チャンネルからのこれらの最大値を合計(sums)する。その出力は応答整形器(3105)により指定されたアタックおよびリリースレートを有するより滑らかに変動する利得制御信号へ変換される。分配器(3111)へ送られる前に、段(3110)において入力信号はそれぞれ利得制御信号に従って減衰される。好ましくは、信号は利得制御信号に比例して減衰される。

【0191】

利得変化がピークを予想できるようにするために、チャンネル信号パスに遅延(3109)を内蔵することができる。

【0192】

オーバーサンプリングが内蔵される場合には、それはMML内に配置することができアップサンプリング段(3106)にアンチエイメージフィルタ(3107-3108)が続く。高品質アンチエイメージフィルタは通過帯域内に著しい群遅延を有することがある。3108に対する群遅延の少ないフィルタ設計を使用し、遅延3109を低減または解消することができる。

【0193】

分配器はグローバルADF(807)を内蔵しており、MMLは信号パス内のそれらの後に最も有用に内蔵され、分配器を個別のグローバルかつパーSET段へ分割する。

【0194】

したがって、本発明の第7の側面により構造が単純で、クリッピングおよび歪を有効に防止し所用の放射形状を維持する制限装置が得られる。

【0195】

(本発明の第8の側面)

本発明の第8の側面はアレイ内の故障したトランスジューサを検出し、その影響を緩和する方法に関連している。

【0196】

第8の側面に従った方法は、トランスジューサが故障しているかを確認するために、テスト信号がアレイの各出力トランスジューサへ送られ近くに配置された入力トランスジューサにより受信される（またはされない）ことが必要である。互いに区別できるかぎり、テスト信号は各トランスジューサから順次または同時に出力することができる。テスト信号は一般的に前記した本発明の第4の側面に関連して使用されるものと同じである。

【0197】

故障検出ステップは初めにシステムをセットアップする前、例えば、“音響チェック”中に実施することができ、あるいはテスト信号が非可聴すなわち目立たないことを保証することによりシステムの使用中常に実施することができる。これはテスト信号が低振幅の擬似ランダムノイズ信号を含むことにより達成される。それらはトランスジューサ群により一時に送ることができ、これらの群は結局全トランスジューサがテスト信号を送るように変化し、あるいはそれらは実質的に常に全トランスジューサにより送ることができ、D P A A から出力したい信号へ加えられる。

【0198】

トランスジューサ故障が検出されると、しばしば予測できない出力を回避するためにトランスジューサを無音とすることが望ましい。さらに、故障したトランスジューサの影響を緩和するために無音とされたトランスジューサに隣接するトランスジューサの出力の振幅を低減することが望ましい。この修正は無音とされたトランスジューサの近くに配置された一群の作動中のトランスジューサの振幅を制御するように拡張することができる。

【0199】

(本発明の第9の側面)

第9の側面は一つまたは複数の個別の方向に送信されるようにオーディオ出力信号をステアリングするD P A A等の再生装置において受信されるオーディオ信

号を再生する方向に関連している。

【0200】

一般的に、D P A A に対しては、各トランスジューサにおいて観察される遅延量はオーディオ信号が向けられる方向を決定する。したがって、このようなシステムのオペレータは信号を特定の方向へ向けるように装置をプログラムする必要がある。所望の方向が変化すれば、装置を再プログラムする必要がある。

【0201】

本発明の第9の側面は出力オーディオ信号を自動的に指向させることができる方法および装置を提供することにより前記した問題を緩和することができる。

【0202】

これはオーディオ信号に関連する情報信号を提供するとにより達成することができ、情報信号は任意特定の時間に音場をどのように整形すべきかについての情報を含んでいる。したがって、オーディオ信号が再生される度に、関連する情報信号が復号され音場を整形するのに使用される。これによりオペレータはオーディオ信号がどこへ向けられなければならないかをプログラムする必要がなくなり、オーディオ信号の再生中にオーディオ信号ステアリング方向を所望により変えることができる。

【0203】

本発明の第9の側面は一つまたはいくつかのオーディオチャネルを再生することができる音響再生システムであり、これらのチャネルのいくつかまたは全てが時間変化ステアリング情報の関連ストリーム、およびいくつかのラウドスピーカ給電を有する。ステアリング情報の各ストリームは関連するオーディオチャネルからの信号がラウドスピーカ給電間にどのように分配されるかを制御するために復号システムにより使用される。ラウドスピーカ給電数は典型的に録音されたオーディオチャネル数よりも著しく大きく使用されるオーディオチャネル数はプログラムの途中で変化することができる。

【0204】

第9の側面は主として音をいくつかの方向中の一つの方角へ向けることができる再生システムに応用される。これは複数の方法で行うことができる。

- ・ 多くの独立したラウドスピーカを聴衆席周りに分散させ所望の方向に最も近いラウドスピーカ、または最も近いいくつかのラウドスピーカ、へ単純にオーディオ信号を送ることにより指向性を得ることができ、各信号のレベルおよび時間遅延はスピーカ間の所望のポイントにおいてより正確な標定を行うように設定される。

- ・ 機械的に制御可能なラウドスピーカを使用することができる。この方法は音のビームを投射するための従来のトランスジューサ周りのパラボラディッシュまたは超音波搬送波の使用を含むことができる。指向性は音のビームを機械的に回転させたり他に指向させて達成することができる。

- ・ 好ましくは、多数のラウドスピーカが（好ましくは、2Dの）フェーズドアレイに配列される。他の側面に関して前記したように、各ラウドスピーカには独立した給電が提供され各給電は音のビームがアレイから投射されるように制御されるその利得、遅延およびフィルタリングを有することができる。このシステムは特定のポイントへビームを投射したり音がアレイの後ろのポイントから来るように見えるようにすることができる。音のビームはそれを聴衆席の壁上に集束させることによりそこから来るように見えるようにすることができる。

【0205】

前記した実施例に従って、大概のラウドスピーカ給電はラウドスピーカの大きな二次元アレイを駆動してフェーズドアレイを形成する。聴衆席の周りには独立した、個別のラウドスピーカおよびさらにフェーズドアレイがあることもある。

【0206】

第9の側面は実際のオーディオ信号自体を有する関連する音場整形情報を含み、整形情報はオーディオ信号がどのように指向されるかを指示するのに使用することができる。整形情報はその上にビームを集束させたいまたはそこで音源をシミュレートしたい一つ以上の物理的位置を含むことができる。

【0207】

ステアリング情報はオーディオ信号の各レプリカへ与えられる実際の遅延からなることができる。しかしながら、この方法によりたくさんの情報からなるステアリング信号となってしまうことがある。

【0208】

ステアリング情報は好ましくはオーディオチャネルとして同じデータストリーム内へ多重化される。既存の標準の単純な拡張を介して、それらをMPEGストリーム内へ結合しDVD, DVB, DABまたは任意の将来のトランスポートレイヤにより送り出すことができる。さらに、シネマ内に既に存在する従来のデジタル音響システムを拡張して本発明のコンポジット信号を使用することができる。

【0209】

各ラウドスピーカに対する利得、遅延およびフィルタ係数からなるステアリング情報を使用する替わりに、音がどこへ集束されるかまたはどこから来ているように見えるかを単純に記述することができる。聴衆席内に設置する間、復号システムは各ラウドスピーカ給電により駆動されるラウドスピーカの位置および聴取エリアの形状がプログラムされる、またはひとりで決定される。それは各チャネルがステアリング情報により記述される位置から来るようにするのに必要な利得、遅延およびフィルタ係数を引出すためにこの情報を使用する。ステアリング情報を格納する方法により同じレコーディングを異なるスピーカおよびアレイ構成で異なるサイズの空間内で使用することができる。また、格納または送信されるステアリング情報の量が著しく低減される。

【0210】

オーディオビジュアルシネマ応用では、アレイは典型的にスクリーン（音響透明材料製）の後ろに配置され、スクリーンサイズのほんの僅かにすぎない。このような大きなアレイの使用により音響のチャネルは投射されたイメージ内の対象の位置に対応するスクリーンの後ろの任意のポイントから来るように見えるようにすることができる。スクリーン高さおよび幅の単位を使用してステアリング情報を符号化し、復号システムにスクリーンの位置を知らせることにより、見かけの音源がイメージ内の同じ場所に留まる間に同じステアリング情報を異なるサイズスクリーンを有するのシネマ内で使用することができる。このシステムは個別の（非アレイ）ラウドスピーカまたは追加アレイにより増大することができる。天井にアレイを置くと特に便利である。

【0211】

図32は本発明を実施する装置を示す。情報信号により多重化されたオーディオ信号がデマルチプレクサ3207の端子3201へ入力される。デマルチプレクサ3207はオーディオ信号および情報信号を個別に出力する。オーディオ信号は復号装置3208の入力端子3202へ送られ情報信号は復号装置3208の端子3203へ送られる。複写装置3204は入力端子3202のオーディオ信号入力をいくつかの同じレプリカへ複写する（ここでは、四つのレプリカが使用されるが、任意の数が可能である）。したがって、複写装置3204は各々が入力端子3202に与えられた信号と同じである四つの信号を出力する。情報信号は端子3203からコントローラ3209へ送られ、それは各遅延要素3210の各複写信号へ加えられる遅延量を制御することができる。次に、遅延され複写された各オーディオ信号が出力端子3205を介して個別のトランスジューサ3206へ送られ指向性音響出力を与える。

【0212】

端子3203における情報信号入力を含む情報は、出力オーディオ信号を情報信号に従って聴衆席周りに指向できるように、時間と共に連続的に変化させることができる。これはオペレータがオーディオ信号出力方向を連続的に監視して必要な調節を行う必要性が起こらないようにする。

【0213】

端子3203へ入力される情報信号は各トランスジューサ3206へ入力される信号へ加えるべき遅延値を含むことができる。しかしながら、情報信号内に格納される情報は替わりにデコーダ3209内で適切な遅延セットへ復号される物理的位置情報を含むことができる。これは聴衆席内の物理的位置に遅延セットをマッピングしてその位置への指向性を達成するルックアップテーブルを使用して達成することができる。好ましくは、本発明の第1の側面の記述において与えられたような数学アルゴリズムが使用され物理的位置を遅延値セットへ変換する。

【0214】

本発明の第9の側面はステアリング情報を使用して従来のステレオ音響またはサラウンド音響を提供できるように従来のオーディオ再生装置と一緒に使用でき

るデコーダも含んでいる。ヘッドホーンプレゼンテーションに対しては、ヘッド関連伝達関数を使用してレコーディングの両耳表現を合成し聴取者周りの見かけの音源を位置決めするためにステアリング情報を使用することができる。このデコーダを使用して、記録された信号はオーディオチャネルを含み関連するステアリング情報は、例えば、フェーズドアレーを利用できないため所望ならば従来の方法で再生することができる。

【0215】

この明細書において、“聴衆席”が引き合いに出された。しかしながら、前記した技術は大きな公共空間だけでなくホームシネマおよび音楽再生を含む多数の応用に適用することができる。

【0216】

前記した説明はアレイ内の全トランスジューサを介して再生される単一オーディオ入力を使用するシステムに関連している。しかしながら、本システムは各入力を個別に処理して各入力に対する一組の遅延係数を計算し（その入力に関連する情報入力に基づいて）各トランスジューサに対して得られた遅延オーディオ入力を合計することにより多数のオーディオ入力の再生に拡張することができる（やはり、全トランスジューサを使用して）。これはシステムの線形性により可能である。これにより同じトランスジューサを使用して個別のオーディオ入力を異なる方法で指向させることができる。したがって、演奏全体をとおして自動的に変化する特定の方向に指向性を有するように多くのオーディオ入力を制御することができる。

【0217】

（本発明の第10の側面）

本発明の第10の側面はDPAにより出力される音場を設計する方法に関連する。

【0218】

ユーザが放射パターンを指定したい場合には、ADFの使用により制約された最適化手順に多くの自由度が許される。ユーザはターゲット、典型的にはカバレッジができるだけ均一でなければならない現場のエリアを指定し、あるいはカバ

レッジを最小限に抑えなければならない他の領域さらにはカバレッジが問題にならない領域を、恐らくは特定の頻度で、距離と共に体系的に変動させなければならない。領域はマイクロホンまたは他の位置決めシステムの使用により、手動ユーザ入力、またはアーキテクチャや音響モデル化システムからのデータセットを使用して指定することができる。ターゲットは優先順位によりランク付けすることができる。最適化手順はD P A A自体内で実施することができその場合、前記したように、風の変動に応答してあるいは外部コンピュータを使用する個別ステップとして適応させることができる。一般的に、最適化はA D Fに対して適切な係数を選択して所望の効果を得ることを含んでいる。これは、例えば、本発明の第1の側面において前記したように単一遅延セットと等価のフィルタ係数で開始し、得られる放射パターンをシミュレーションにより計算して行うことができる。次に、さらに正負ビーム（異なる、適切な遅延を有する）を反復して加え、それらの対応するフィルタ係数を既存セットへ加えるだけで、放射パターンを改善することができる。

【0219】

（さらに好ましい特徴）

放射パターンおよび各入力に関連する信号の焦点を、これらの入力におけるプログラムデジタル信号の値に応答して、調節する手段を提供することもでき、このような方法はその入力だけから再生される大きな音がある時にこれらの信号の焦点をしばらく外へ移すことによりステレオ信号およびサラウンド音響効果を誇張するのに使用することができる。したがって、実際の入力信号自体に従ってステアリングを達成することができる。

【0220】

一般的に、焦点が移される時は各レプリカに加えられる遅延を変化させる必要があり、それは適切ならばサンプルの複製またはスキップを含む。例えば、多数のサンプルが一時にスキップされる場合に生じるいかなる可聴クリックも回避するように、好ましくは、これは徐々に行われる。

【0221】

本発明の技術の実際的な応用は下記の事柄を含む。

家庭娯楽に対しては、多数の真の音源を聴取室内の異なる位置へ投射する能力により、多数の個別の有線ラウドスピーカのクラッター、複雑さおよび配線問題無しにマルチチャネルサラウンド音響を再生することができる。

拡声およびコンサート音響システムに対しては、D P A Aの放射パターンを三次元内で適応させる能力、および多数の同時ビームにより、

D P A Aの物理的方位は非常に重要ではなく繰り返し調節する必要がないため、より高速のセットアップ、

典型的には各々が適切なホーン付きの専用スピーカを必要とする多様な放射パターンを一種のスピーカ（D P A A）で達成できるため、より少ないラウドスピーカ在庫、

反射面に到達する音響エネルギーを低減することができ、したがって、フィルタおよび遅延係数を調節するだけで支配的エコーを低減するため、より良い了解度、および、

D P A A入力に接続されたライブマイクロホンに到達するエネルギーを低減するようにD P A A放射パターンを設計できるため、不要音響帰還のより良い制御、が許され、

群集制御および軍事活動に対しては、D P A Aビームの集束およびステアリングにより（かさばるラウドスピーカおよび／またはホーンを物理的に移動させる必要がなく）容易かつ迅速に再位置決めすることができ、かつ光源追跡手段により容易にターゲット上へ指向される非常に強い音場を遠方領域内に発生し、かつ非侵襲性の強力な音響武器を提供する能力、大きなアレイが使用されるあるいは調整された個別のD P A Aパネル群が広い間隔である場合には、音場はD P A A S E T近くよりも焦点領域内で遥かに強くすることができる（全体アレイディメンションが十分大きければ、可聴帯域の低端であっても）。

【図面の簡単な説明】

【図1】

単純な単一入力装置の表現を示す図である。

【図2 A】

トランスジューサの多表面アレイの正面および斜視図である。

【図2B】

トランスジューサの多表面アレイの正面および斜視図である。

【図3A】

可能なCSET構成の正面図および他種のSETからなるアレイの正面図である。

【図3B】

可能なCSET構成の正面図および他種のSETからなるアレイの正面図である。

【図4A】

SETの矩形および六角形アレイの正面図である。

【図4B】

SETの矩形および六角形アレイの正面図である。

【図5】

多入力装置のブロック図である。

【図6】

それ自体のマスタークロックを有する入力段のブロック図である。

【図7】

外部クロックを回復する入力段のブロック図である。

【図8】

汎用分配器のブロック図である。

【図9】

音を体系的に聴取者へ向けるように動作する出力トランスジューサのオープンバックアレイを示す図である。

【図10】

本発明の好ましい実施例で使用される線形増幅器およびデジタル増幅器のブロック図である。

【図11】

図5に示すのと同じ装置内にONSQ段を内蔵することができるポイントを示すブロック図である。

【図12】

図1に示すのと同じ装置内のどこに線形および非線形補償を内蔵することができるかを示すブロック図である。

【図13】

多入力装置装置内のどこに非線形補償を内蔵することができるかを示すブロック図である。

【図14】

共通制御および入力段を有するいくつかのアレイの相互接続を示す図である。

【図15】

本発明の第1の側面に従った分配器である。

【図16A】

本発明の第1の側面の装置を使用して達成することができる四種の音場を示す図である。

【図16B】

本発明の第1の側面の装置を使用して達成することができる四種の音場を示す図である。

【図16C】

本発明の第1の側面の装置を使用して達成することができる四種の音場を示す図である。

【図16D】

本発明の第1の側面の装置を使用して達成することができる四種の音場を示す図である。

【図17】

ラウドスピーカによる信号出力を選択的にヌリングする装置を示す図である。

【図18】

出力トランスジューサのアレイによる信号出力を選択的にヌリングする装置を示す図である。

【図19】

選択的ヌリングを実現する装置のブロック図である。

【図20】

ハウリングを低減するためのマイクロホン上へのヌルの集束を示す図である。

【図21】

サラウンディング音響効果を達成するための出力トランスジューサおよび反射／共振面のアレイの平面図である。

【図22】

三角測量を使用して入力トランスジューサの位置を標定する装置を示す図である。

【図23】

音場上への風の影響およびこの影響を低減する装置を示す平面図である。

【図24】

0点に位置する入力ヌルを有する三つの入力トランスジューサのアレイを示す平面図である。

【図25A】

0から生じる信号がどのように少ないウェイトを与えられるかを説明する時間線図である。

【図25B】

0から生じる信号がどのように少ないウェイトを与えられるかを説明する時間線図である。

【図25C】

0から生じる信号がどのように少ないウェイトを与えられるかを説明する時間線図である。

【図25D】

0から生じる信号がどのように少ないウェイトを与えられるかを説明する時間線図である。

【図25E】

0から生じる信号がどのように少ないウェイトを与えられるかを説明する時間線図である。

【図25F】

Oから生じる信号がどのように少ないウェイトを与えられるかを説明する時間線図である。

【図26A】

Xから生じる信号がどのように入力ヌルによる影響を無視できるようにされるかを説明する時間線図である。

【図26B】

Xから生じる信号がどのように入力ヌルによる影響を無視できるようにされるかを説明する時間線図である。

【図26C】

Xから生じる信号がどのように入力ヌルによる影響を無視できるようにされるかを説明する時間線図である。

【図26D】

Xから生じる信号がどのように入力ヌルによる影響を無視できるようにされるかを説明する時間線図である。

【図26E】

Xから生じる信号がどのように入力ヌルによる影響を無視できるようにされるかを説明する時間線図である。

【図26F】

Xから生じる信号がどのように入力ヌルによる影響を無視できるようにされるかを説明する時間線図である。

【図27】

テスト信号発生および解析を図5に示すのと同じ装置にどのように内蔵できるを示すブロック図である。

【図28】

テスト信号を出力信号内へ挿入する二つの方法を示すブロック図である。

【図29】

異なる周波数を異なる方法で整形することができる装置を示すブロック図である。

【図30】

焦点の可視化を許す装置の平面図である。

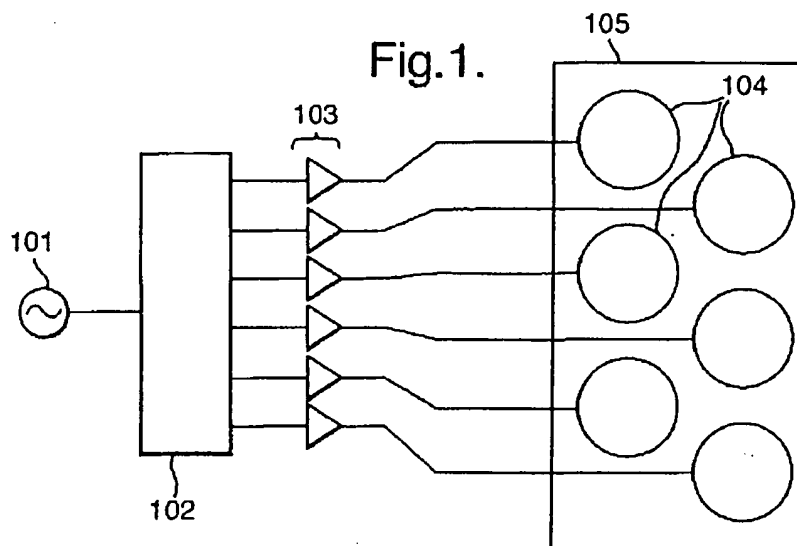
【図31】

二つの入力信号を制限してクリッピングや歪を回避する装置のブロック図である。

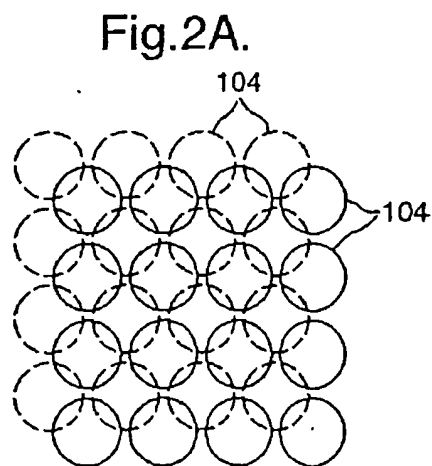
【図32】

オーディオ信号に関連する音場整形情報を抽出することができる再生装置のブロック図である。

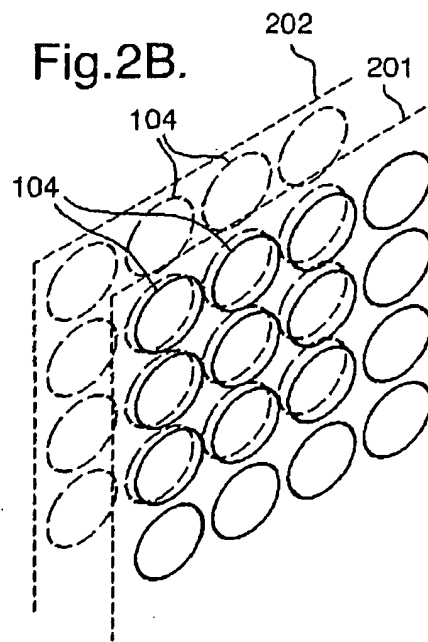
【図1】



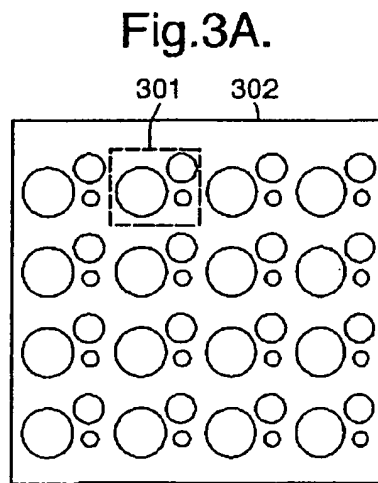
【図2A】



【図2B】

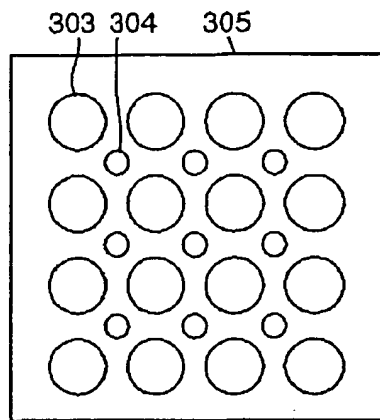


【図3A】



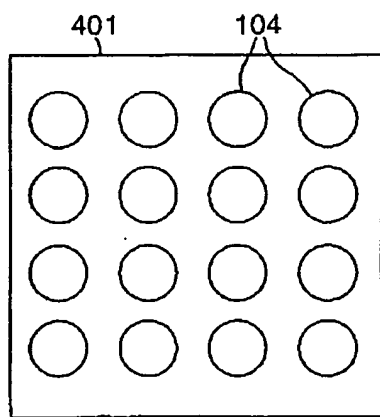
【図3B】

Fig.3B



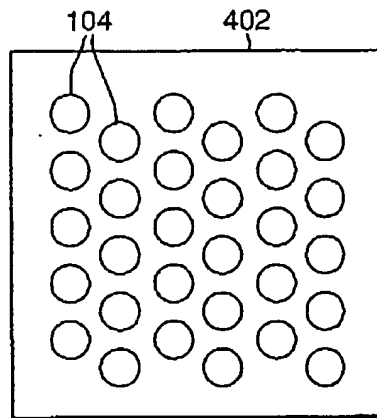
【図4A】

Fig.4A.



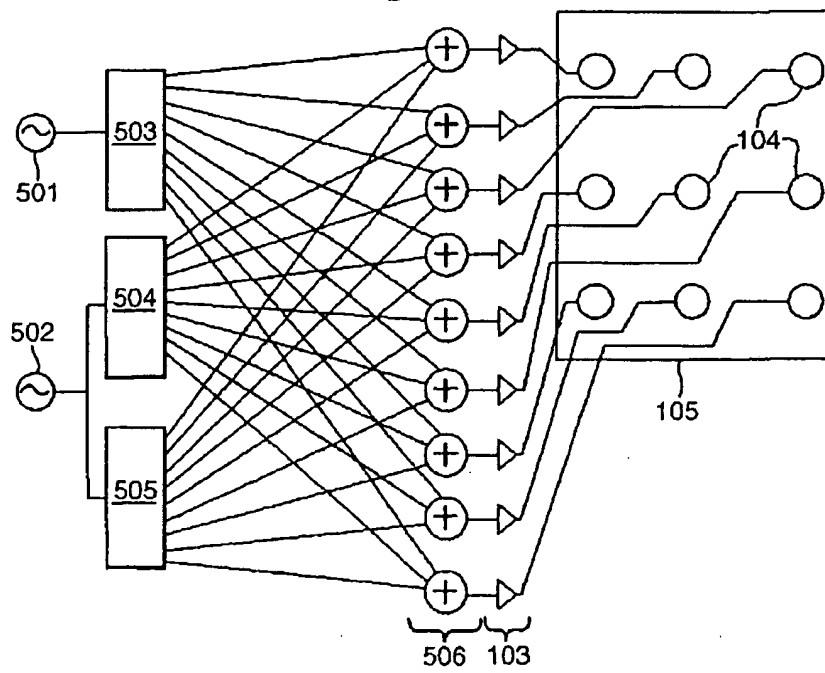
【図4B】

Fig.4B.

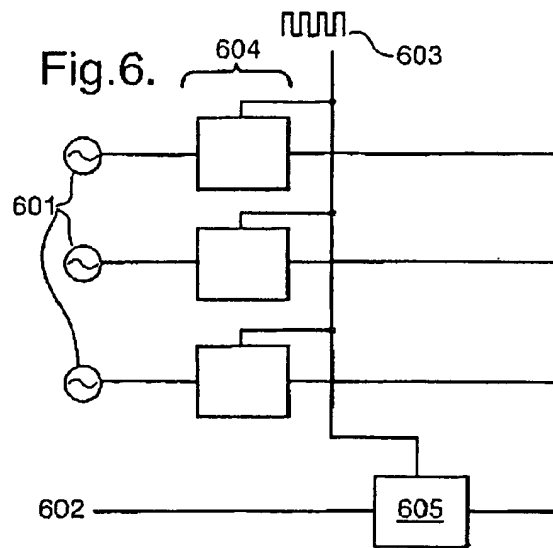


【図5】

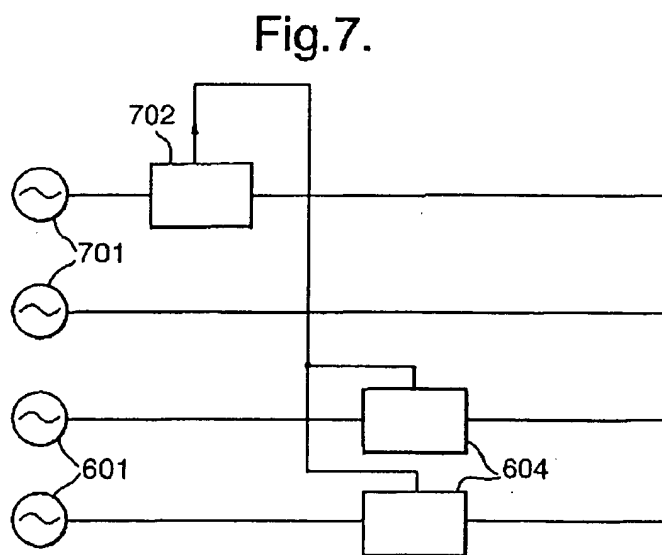
Fig.5.



【図6】

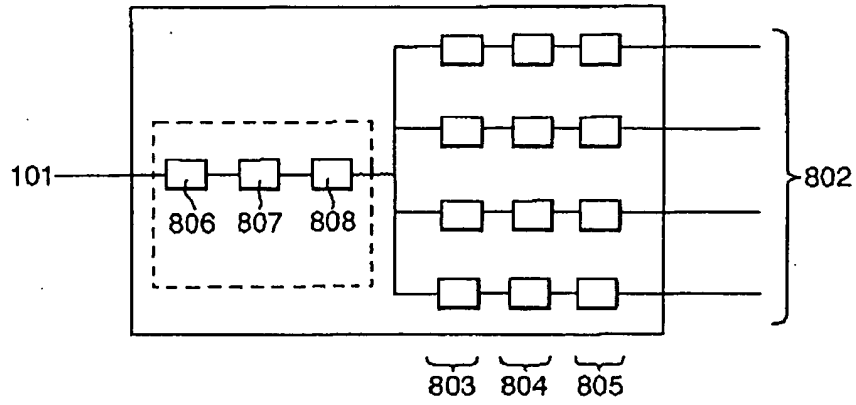


【図7】



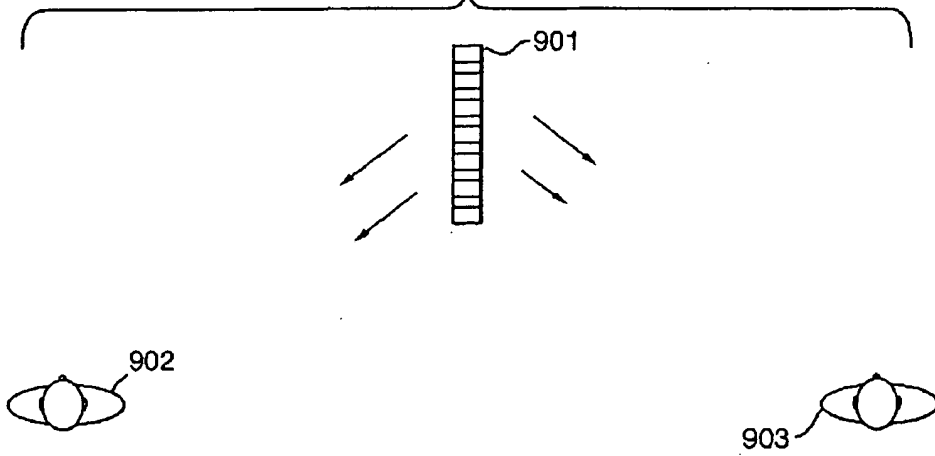
【図8】

Fig.8.



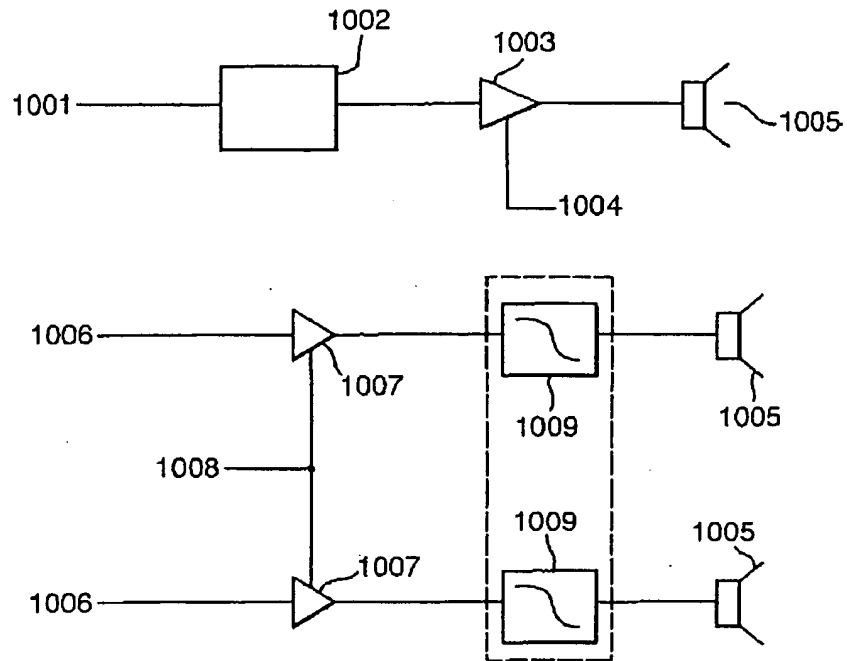
【図9】

Fig.9.



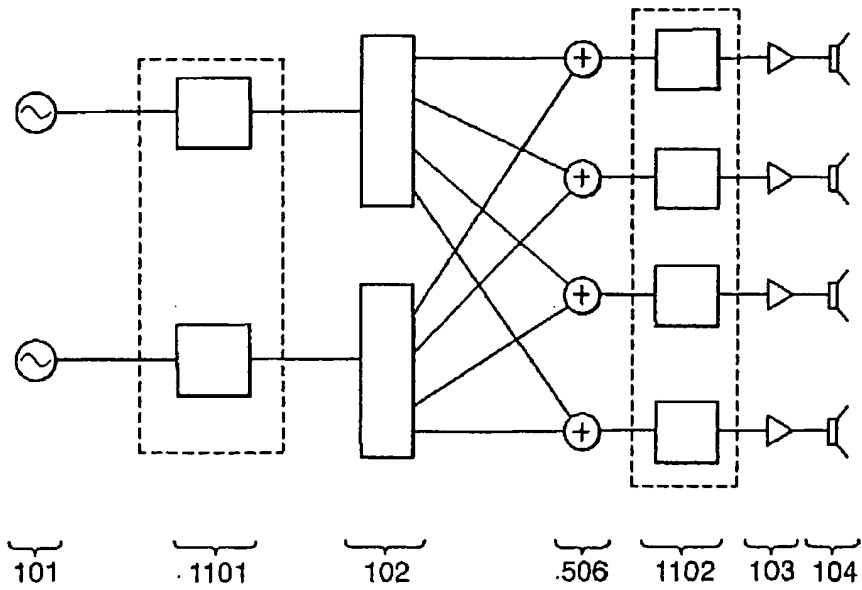
【図10】

Fig.10.

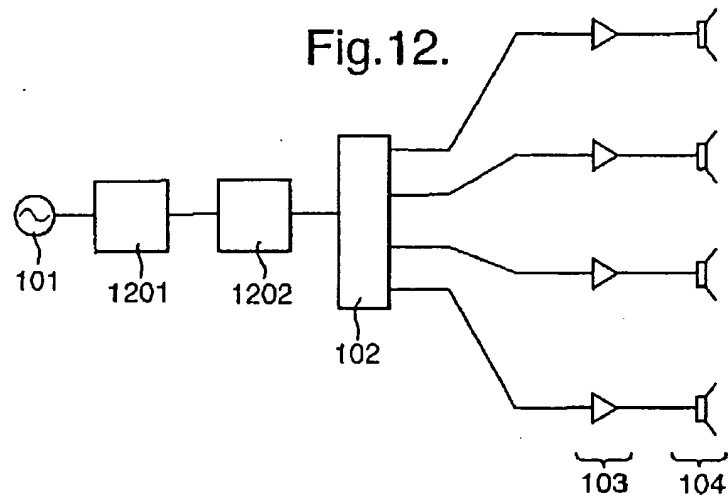


【図11】

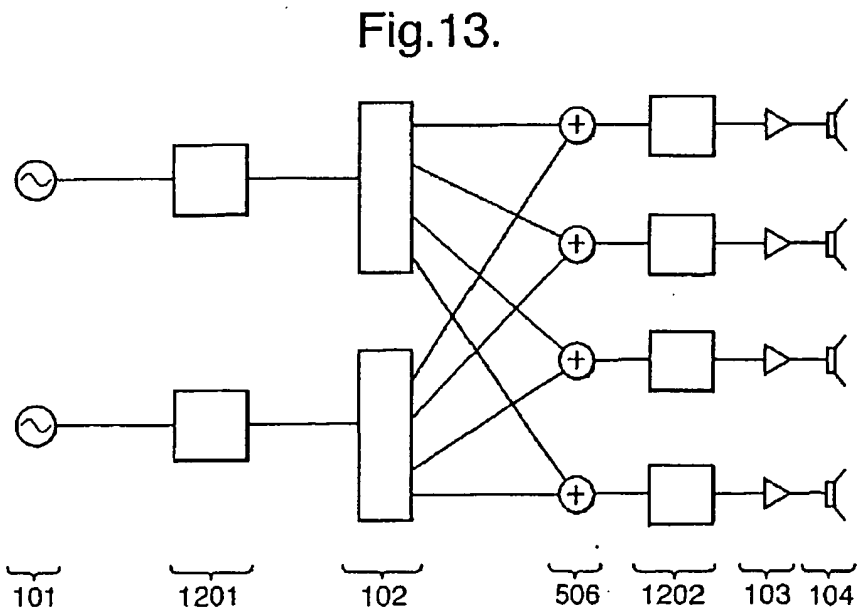
Fig.11.



【図12】

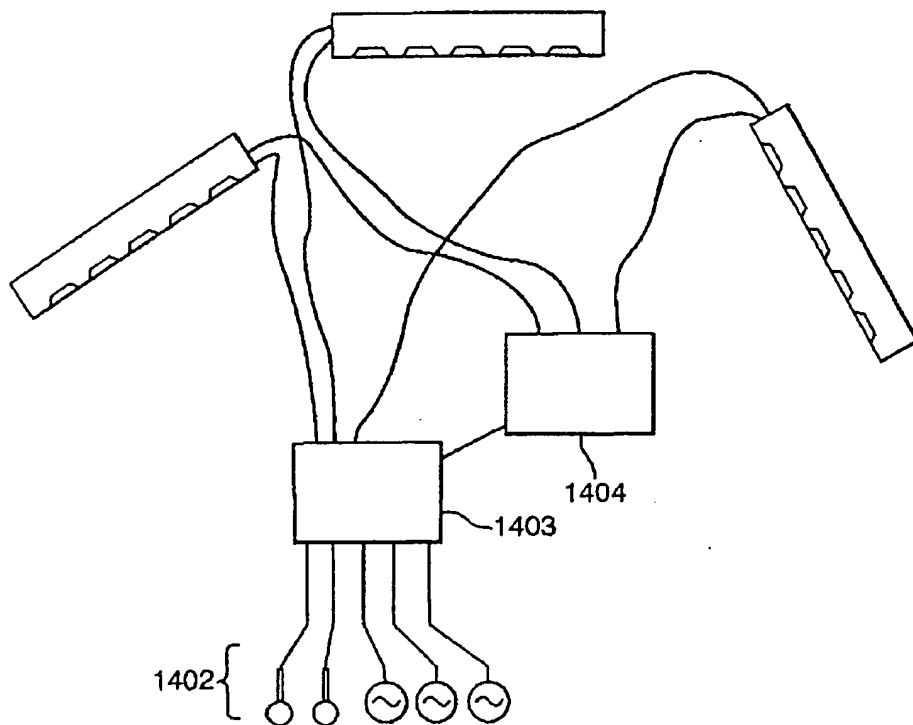


【図13】



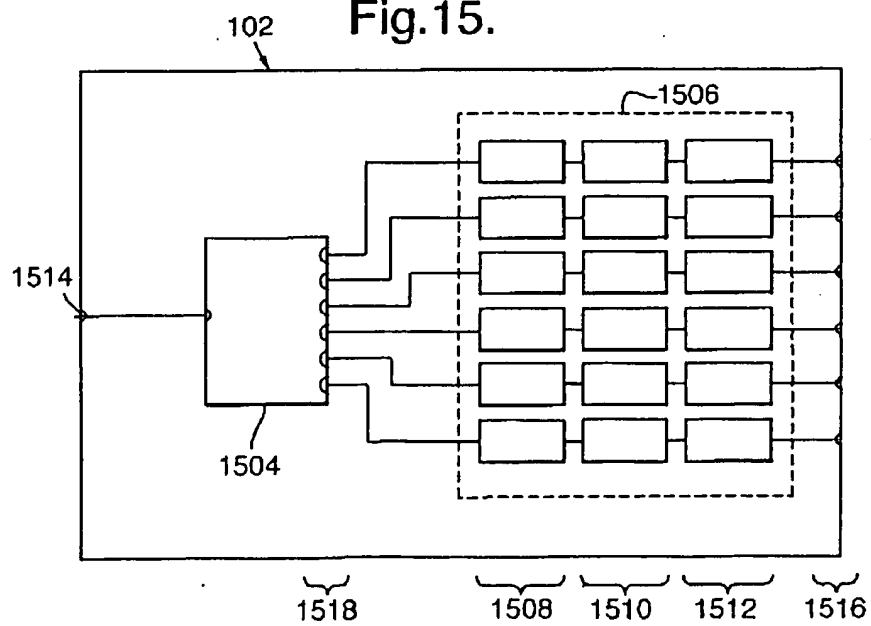
【図14】

Fig.14.

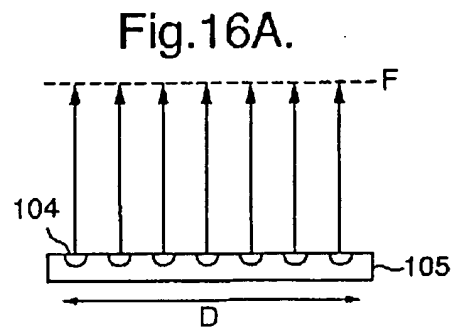


【図15】

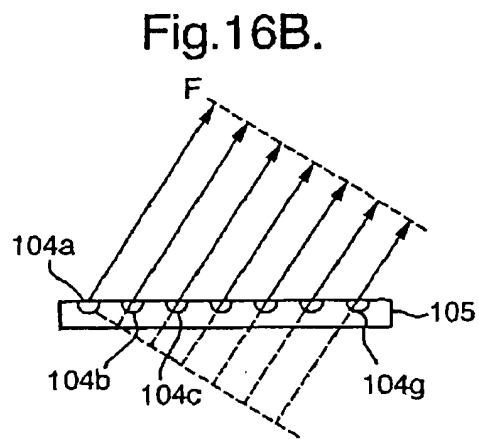
Fig.15.



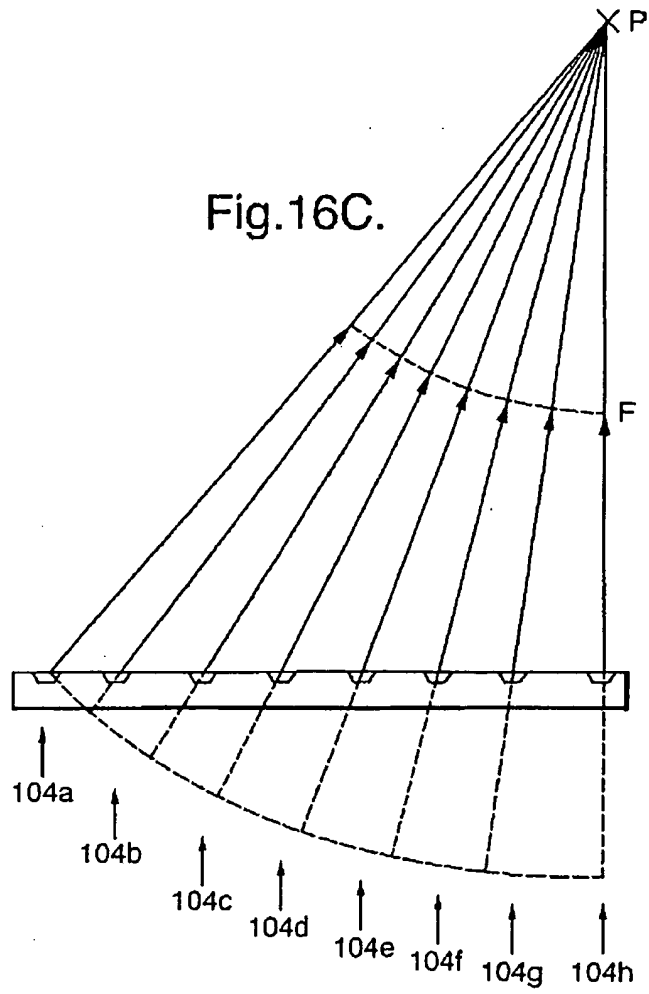
【図16A】



【図16B】

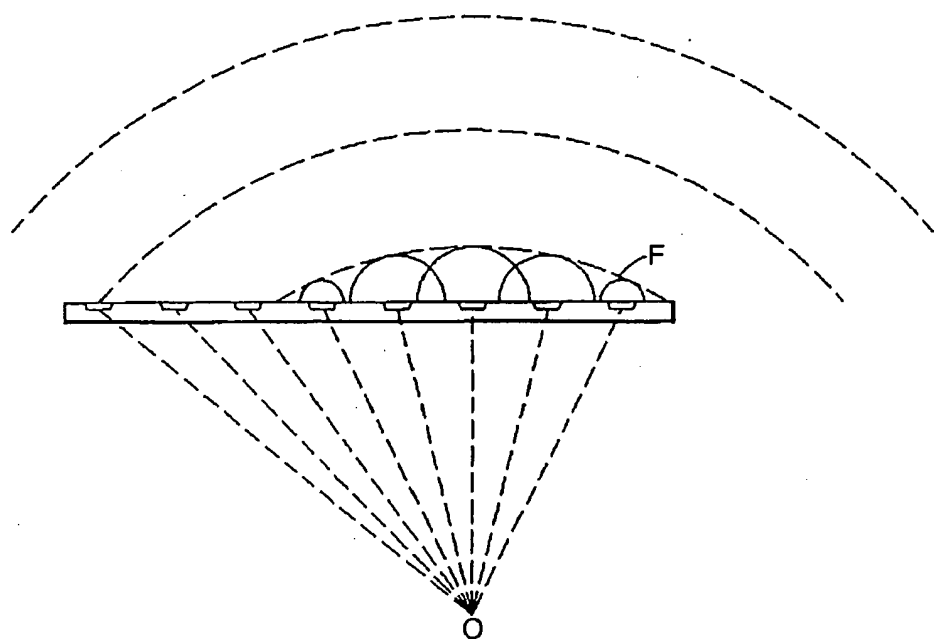


【図16C】



【図16D】

Fig.16D.



【図17】

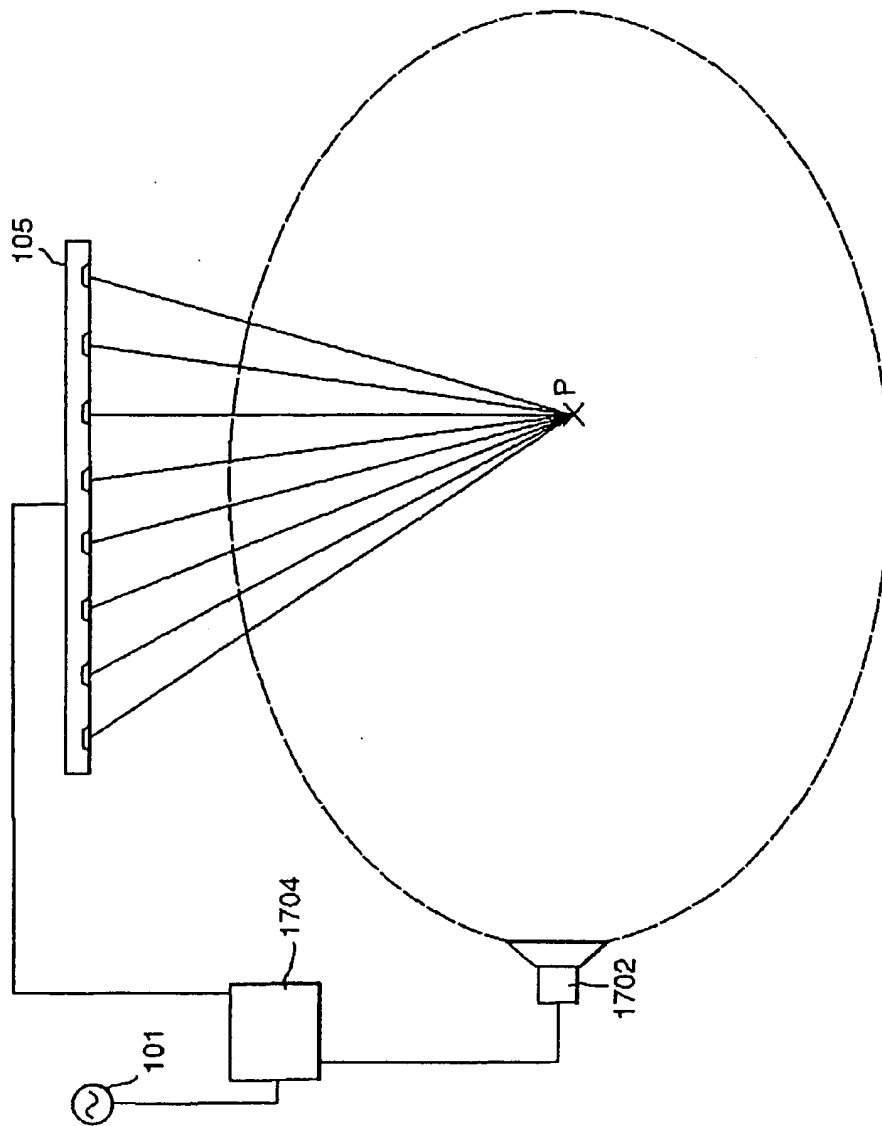
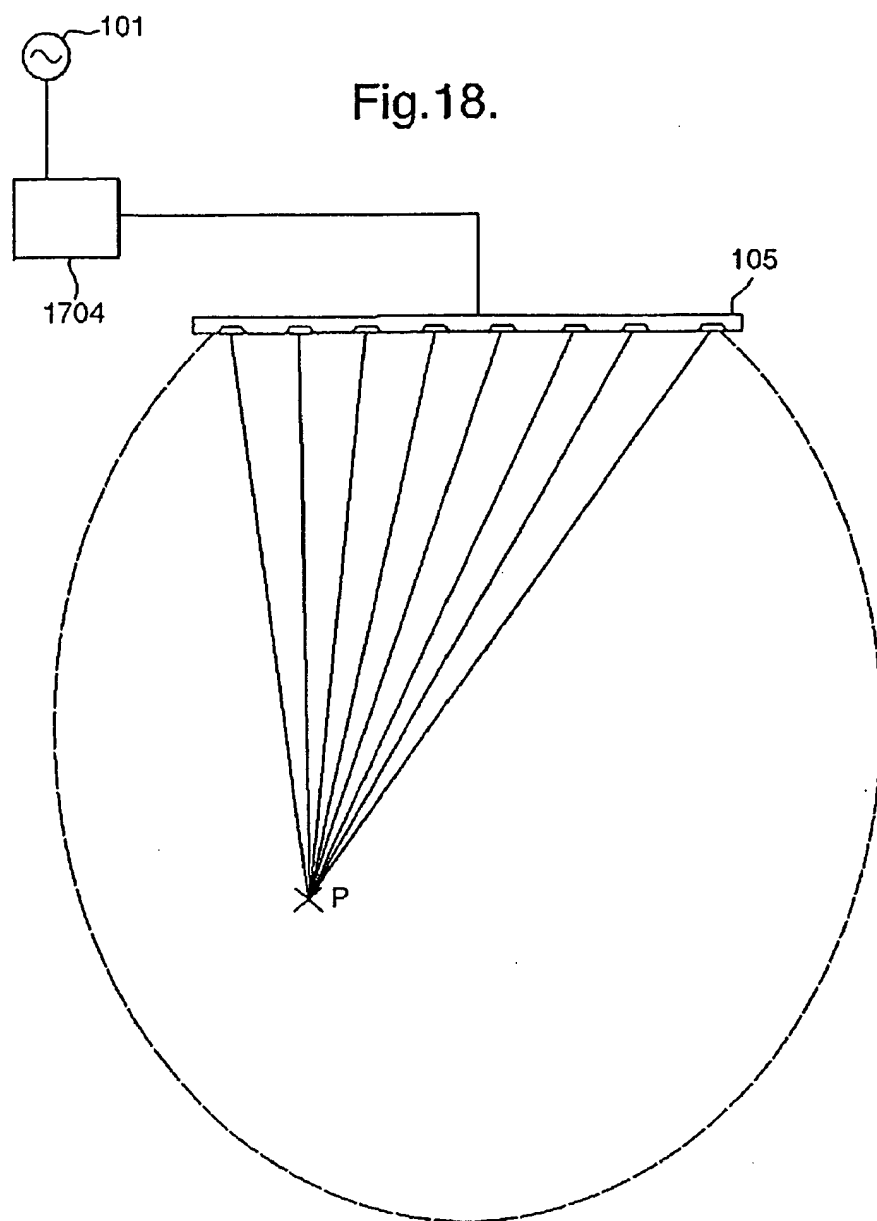


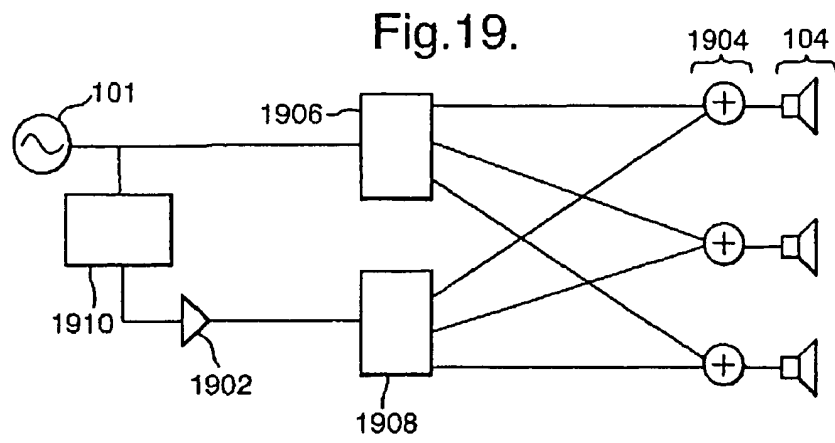
Fig.17.

【図18】

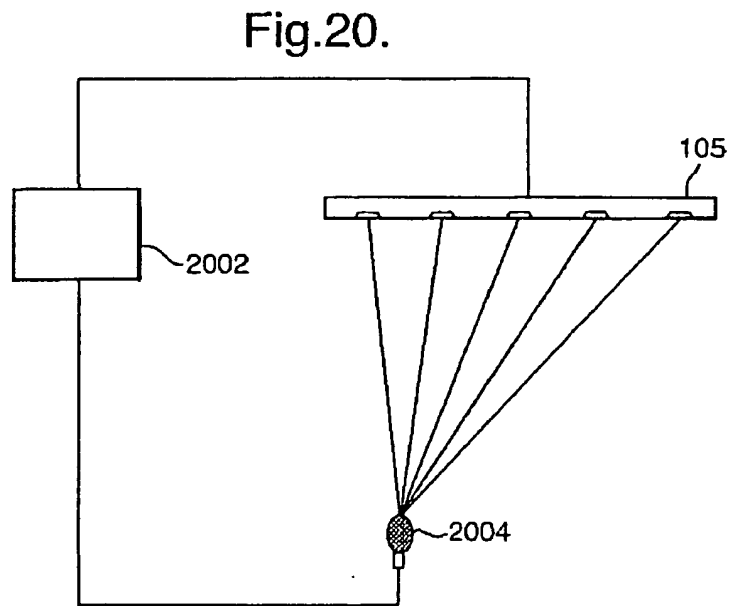
Fig.18.



【図19】

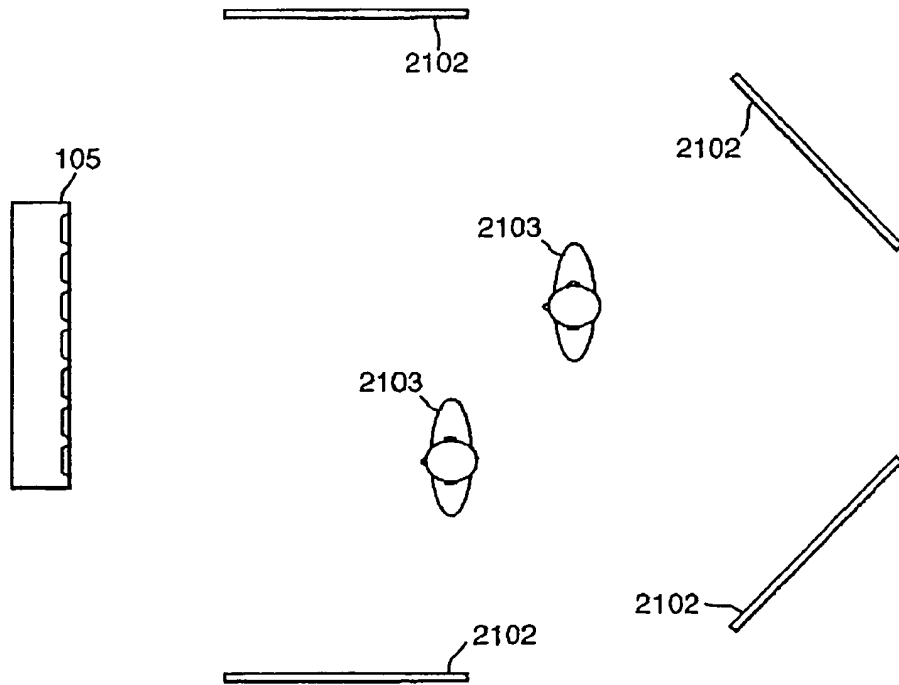


【図20】



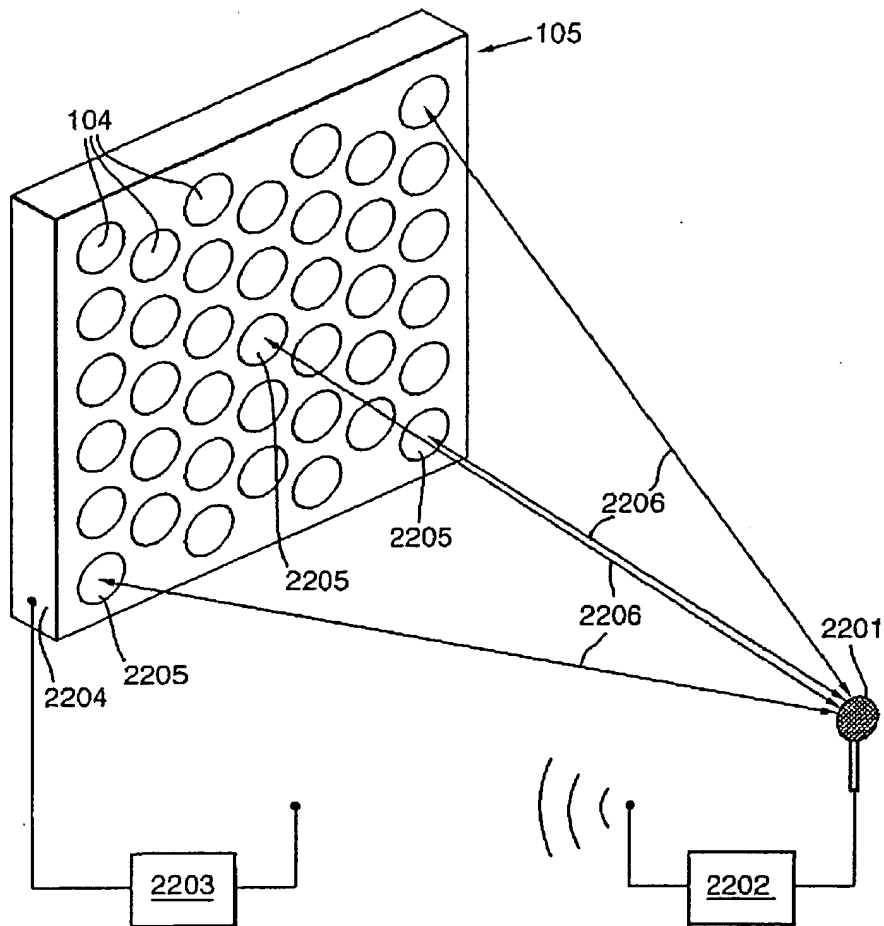
【図21】

Fig.21.



【図22】

Fig.22.



【図23】

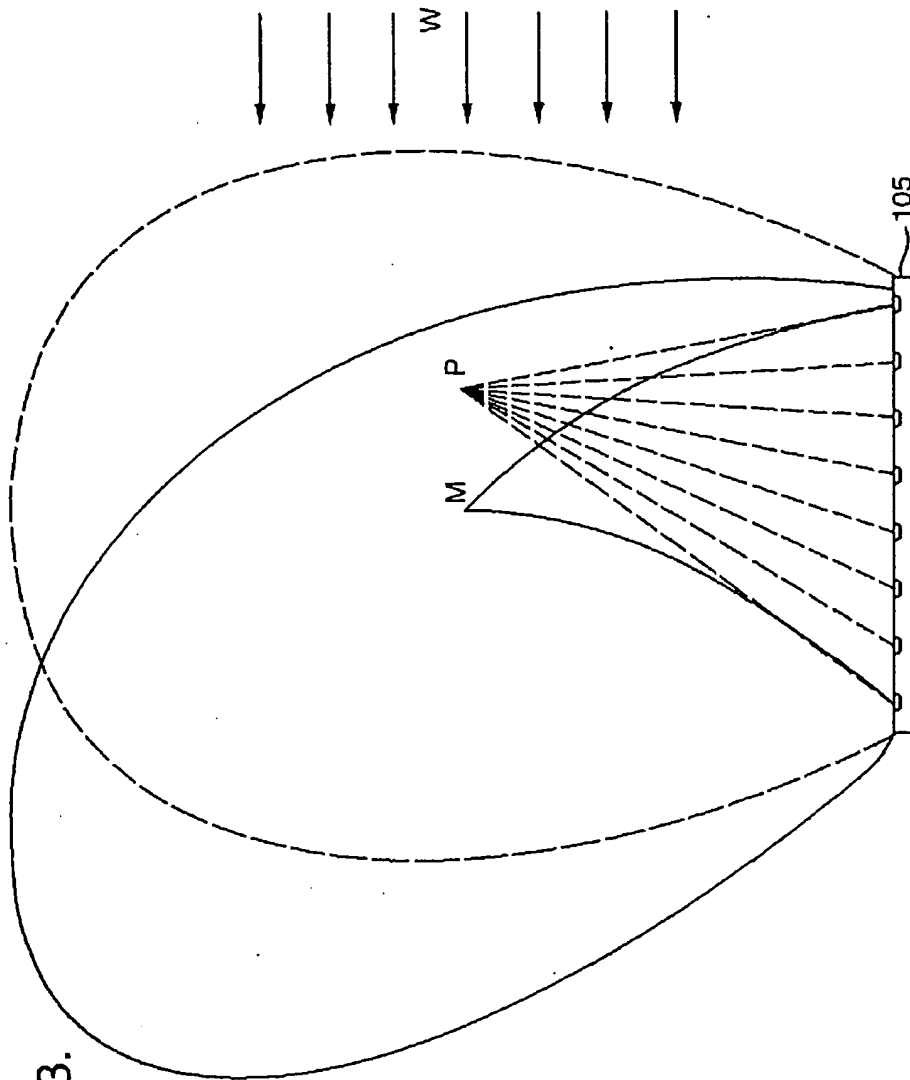
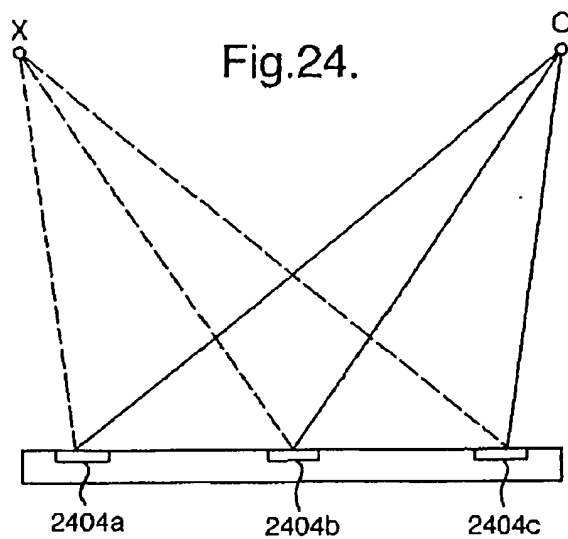


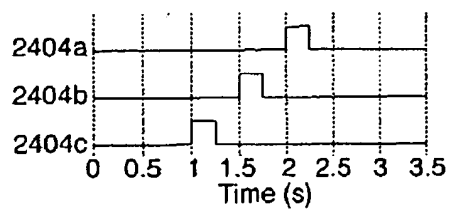
Fig.23.

【図24】



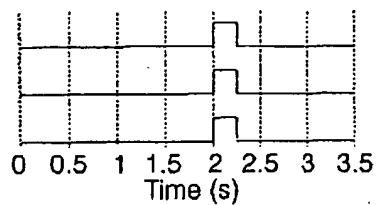
【図25A】

Fig.25A.



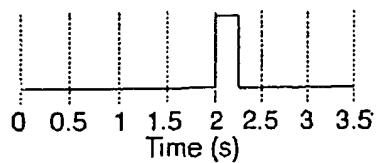
【図25B】

Fig.25B.



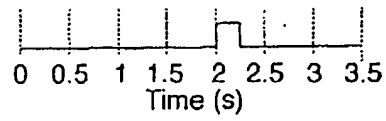
【図25C】

Fig.25C.



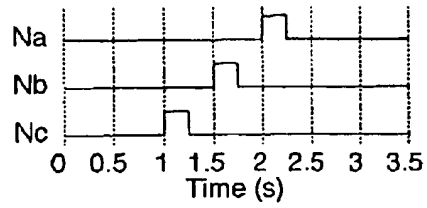
【図25D】

Fig.25D.



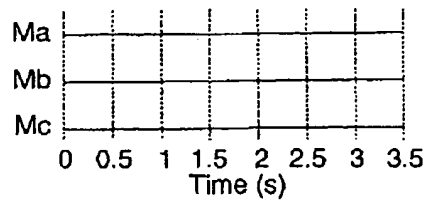
【図25E】

Fig.25E.



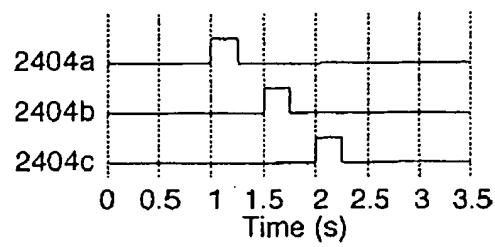
【図25F】

Fig.25F.



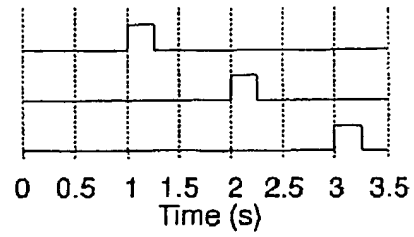
【図26A】

Fig.26A.



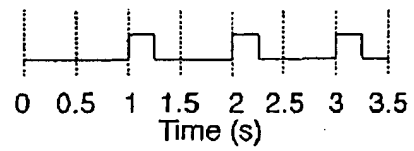
【図26B】

Fig.26B.



【図26C】

Fig.26C.



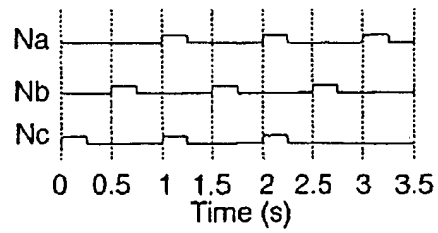
【図26D】

Fig.26D.



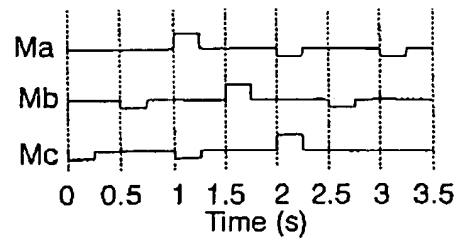
【図26E】

Fig.26E.



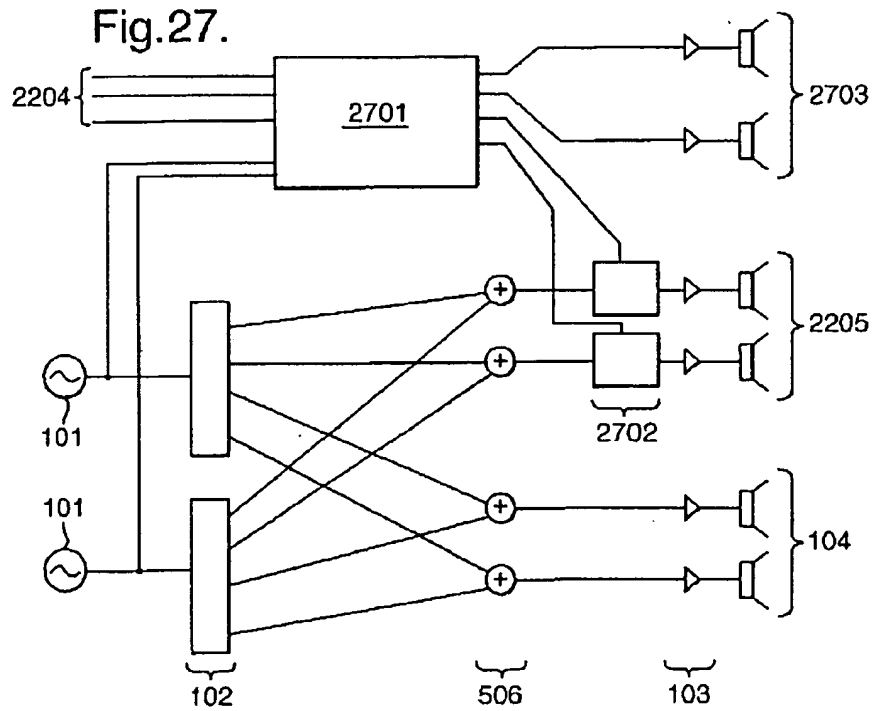
【図26F】

Fig.26F.

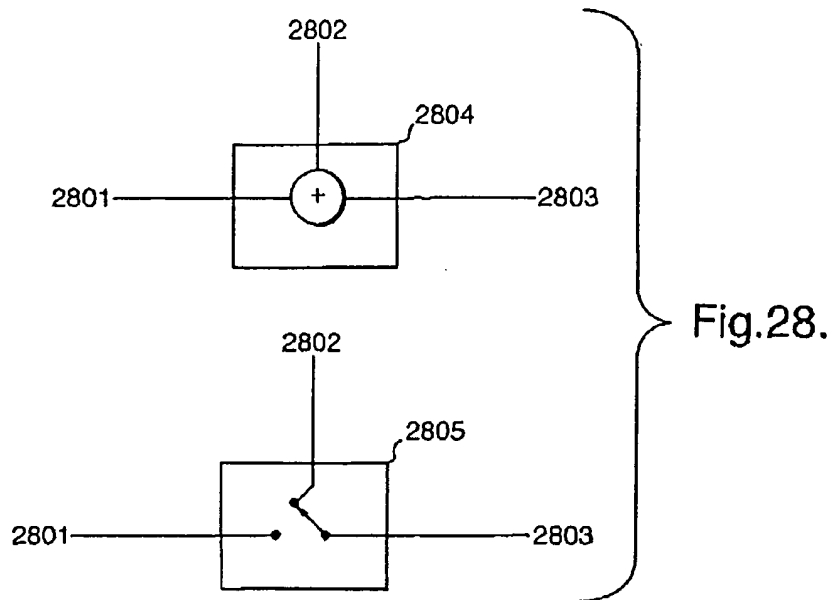


【図27】

Fig.27.

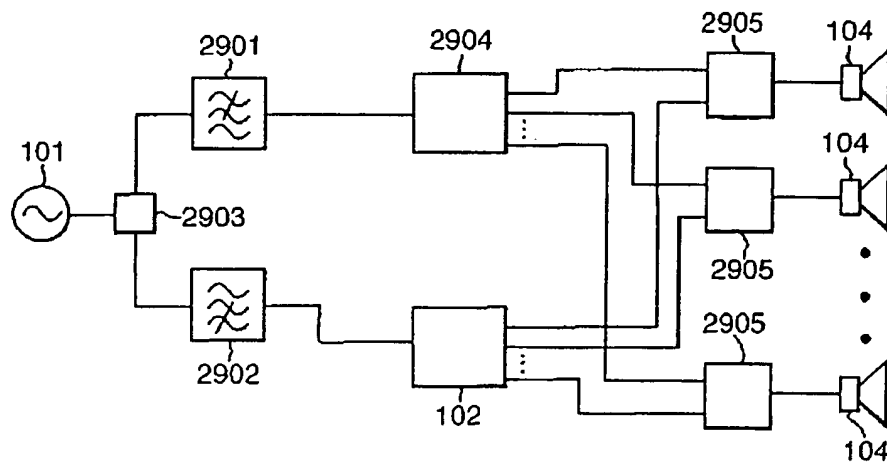


【図28】



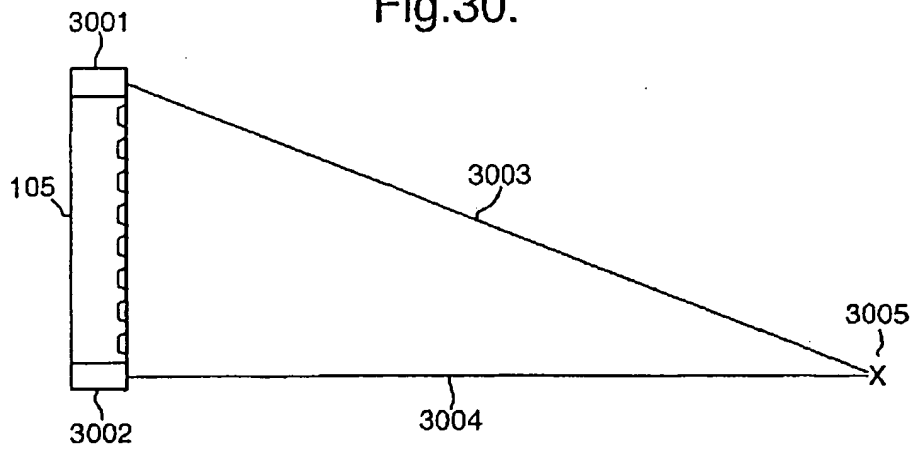
【図29】

Fig. 29.



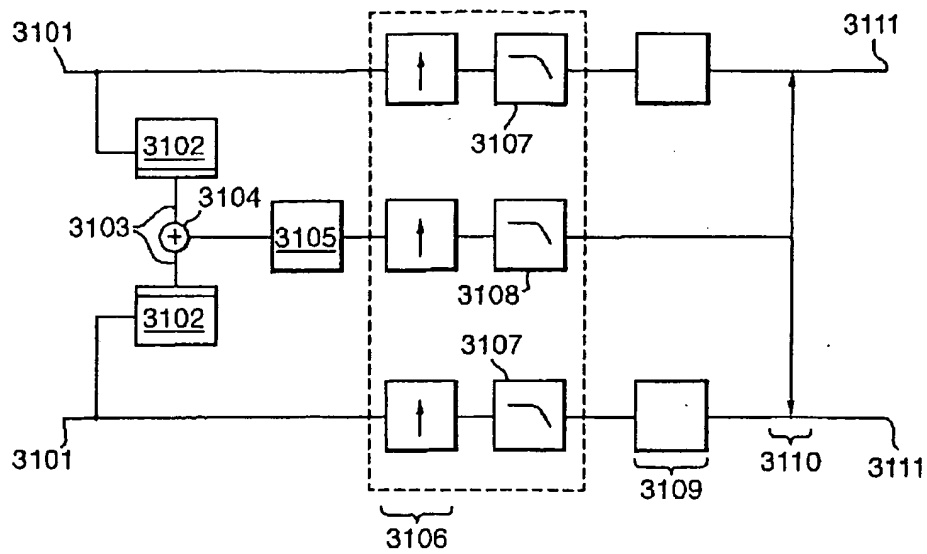
【図30】

Fig.30.



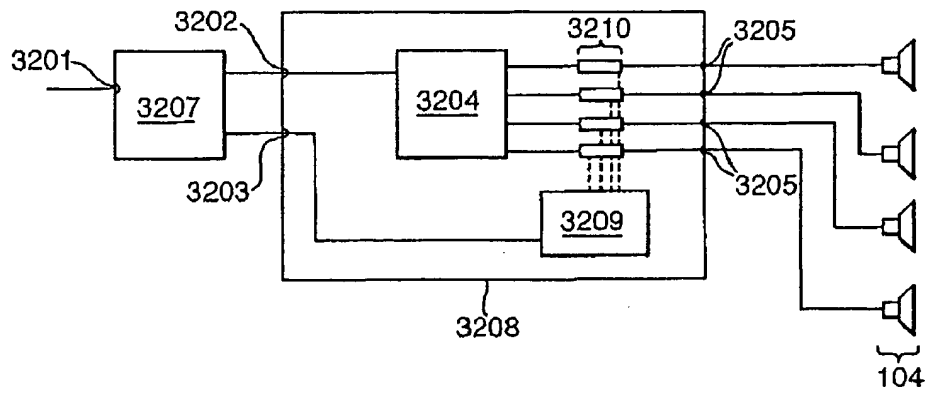
【図31】

Fig.31.



【図 32】

Fig.32.



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No.
PCT/GB 00/03742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	
IPC 7	H04R1/40 G10K11/178 601S5/26 610K11/26 H04R29/00 H04R27/00 H03G11/00 H03G7/00
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED	
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04R G10K 601S H03G	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, EPO-Internal, WPI Data	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 392 (E-1251), 20 August 1992 (1992-08-20) - & JP 04 127700 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 28 April 1992 (1992-04-28) abstract; figures 1,2
X	SETSU KOMIYAMA: "DISTANCE CONTROL OF SOUND IMAGES FOR 3D TV" NHK LABORATORIES NOTE, JP, NHK TECHNICAL RESEARCH LABORATORIES, TOKYO, no. 406, 1 August 1992 (1992-08-01), pages 1-11, XP000320857 ISSN: 0027-657X page 1, line 1 -page 4, line 25; figures 1,2
	1-4,8-11 1
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in context with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Δ" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 October 2001	07 NOV 2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P. B. 5818 Patentkanal 2 NL - 2280 LV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2940, Tx. 31 051 epo nl, Fax (+31-70) 340-3010	Authorized officer Blaas, D-L

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. and Application No.

PCT/GB 00/03742

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to class No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 154 (E-0907), 23 March 1990 (1990-03-23) & JP 02 013097 A (TOA TOKUSHU DENKI KK), 17 January 1990 (1990-01-17) abstract	1
X	DE 31 42 462 A (PFEIFFER HANS PETER) 27 May 1982 (1982-05-27) page 14, line 30 -page 16, line 14; figure 9	1
X	EP 0 025 118 A (RIEDLINGER RAINER DR ING) 18 March 1981 (1981-03-18) page 7, line 20 -page 8, line 34; figure 1	1
X	ES 2 116 929 A (SOLE GIMENEZ JOSE) 16 July 1998 (1998-07-16) abstract; figure 1	1
A	WO 96 31086 A (HOOLEY ANTHONY) 3 October 1996 (1996-10-03) cited in the application	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31 May 1999 (1999-05-31) -& JP 11 030525 A (NEC HOME ELECTRON LTD), 2 February 1999 (1999-02-02) abstract	5-7, 12-14
X	US 5 834 647 A (GAUDRIOT LIONEL ET AL) 10 November 1998 (1998-11-10) column 2, line 61 -column 3, line 16 column 8, line 58 - line 62; figures 1-3	15, 22, 23, 25, 30, 31
A	"WAVEFORM INVERSION FOR INDIVIDUAL AMBIENT SOUND CONTROL" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, US, IBM CORP. NEW YORK, vol. 36, no. 9A, 1 September 1993 (1993-09-01), pages 537-540, XP000396157 ISSN: 0018-8689 page 538, line 24 - line 26; figure 2	24, 32
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30 April 1999 (1999-04-30) -& JP 11 027604 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 29 January 1999 (1999-01-29) abstract	33-35, 41, 42
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Application No
 PCT/GB 00/03742

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 515 (E-1611), 28 September 1994 (1994-09-28) - & JP 06 178379 A (SONY CORP), 24 June 1994 (1994-06-24) abstract	33,41
A	US 4 190 739 A (TORFFIELD MARVIN) 26 February 1980 (1980-02-26) column 7, line 23 - column 8, line 11; figures 1-6	45
X	US 5 166 905 A (CURRIE WILLIAM S) 24 November 1992 (1992-11-24)	48-50, 64,65, 77,78, 86,91,92
A	column 2, line 41 - column 3, line 12 column 4, line 67 - column 5, line 35; figures 2,6	51-53, 79,80
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 March 1995 (1995-03-31) & JP 06 318087 A (MITSUI CONSTR CO LTD), 15 November 1994 (1994-11-15) abstract	70,96
X	EP 0 591 899 A (USHIO U TECH INC) 13 April 1994 (1994-04-13)	70,72,96
A	column 7, line 23 - column 9, line 27 column 10, line 9 - column 11, line 5 column 11, line 46 - line 50	71,97
A	GB 1 603 201 A (ARD TECH ASS ENG) 18 November 1981 (1981-11-18) page 2, column 1, line 3 - column 2, line 73; figure 1	103
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 630 (E-1463), 22 November 1993 (1993-11-22) - & JP 05 199583 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 6 August 1993 (1993-08-06) abstract	124
A	US 5 859 915 A (NORRIS ELWOOD G) 12 January 1999 (1999-01-12) column 3, line 56 - column 4, line 58; figure 2	124
	-/-	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No.

PCT/GB 00/03742

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 199224 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P31, AN 1992-198552 XP002166494 & SU 1 678 327 A (KAUN MED INST), 23 September 1991 (1991-09-23) abstract	124
X	US 5 745 435 A (TASSO REMY ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) column 4, line 6 - line 28; figure 2	153
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 277 (E-538), 8 September 1987 (1987-09-08) & JP 62 076958 A (TOSHIBA CORP), 9 April 1987 (1987-04-09) abstract	167-174, 176-178, 181-188, 190, 192
A	abstract	179, 180, 191, 193
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 221 (E-625), 23 June 1988 (1988-06-23) -& JP 63 014588 A (TOSHIBA CORP), 21 January 1988 (1988-01-21) abstract	167
A	US 5 131 051 A (KISHINAGA SHINJI ET AL) 14 July 1992 (1992-07-14) column 1, line 7 - line 32; figures 1, 3	194
P, A	US 6 084 974 A (NIIMI KOJI) 4 July 2000 (2000-07-04) column 1, line 4 - line 17 column 6, line 56 - column 7, line 21; figure 13	138, 146
A	& JP 06 334459 A 2 December 1994 (1994-12-02)	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. application No.
PCT/GB 00/03742**Box I** Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

As a result of the prior review under R. 40.2(e) PCT,
part of the additional fees are to be refunded.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☒ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INVITATION TO PAY ADDITIONAL FEES

International application No.

PCT/GB 00/03742

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-4, 8-11
2. Claims: 5-7, 12-14
3. Claims: 15-24, 25-32
4. Claims: 33-40, 41-47
5. Claims: 48-69, 77-95
6. Claims: 70-76, 96-102
7. Claims: 103-109, 110-114, 115-119, 120-123
8. Claims: 124-130, 131-137
9. Claims: 138-145, 146-152
10. Claims: 153-166
11. Claims: 167-180, 190-191
12. Claims: 181-189
13. Claims: 192-193

INVITATION TO PAY ADDITIONAL FEES

International application No.

PCT/GB 00/03742

14. Claims: 194-223

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Appl. No.

PCT/GB 00/03742

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 04127700	A	28-04-1992	NONE
JP 02013097	A	17-01-1990	NONE
DE 3142462	A	27-05-1982	DE 3142462 A1 27-05-1982
EP 0025118	A	18-03-1981	DE 2933842 A1 26-03-1981 DE 2934000 A1 26-03-1981 DE 7923615 U1 08-11-1979 EP 0025118 A1 18-03-1981
ES 2116929	A	16-07-1998	ES 2116929 A1 16-07-1998
WO 9631086	A	03-10-1996	AU 5117096 A 16-10-1996 EP 1122973 A2 08-08-2001 EP 0818122 A1 14-01-1998 WO 9631086 A1 03-10-1996 JP 11502981 T 09-03-1999
JP 11030525	A	02-02-1999	NONE
US 5834647	A	10-11-1998	FR 2726115 A1 26-04-1996 DE 69504204 D1 24-09-1998 DE 69504204 T2 11-03-1999 EP 0787340 A1 06-08-1997 WO 9613029 A1 02-05-1996
JP 11027604	A	29-01-1999	NONE
JP 06178379	A	24-06-1994	NONE
US 4190739	A	26-02-1980	NONE
US 5166905	A	24-11-1992	NONE
JP 06318087	A	15-11-1994	NONE
EP 0591899	A	13-04-1994	DE 69316694 D1 05-03-1998 DE 69316694 T2 14-05-1998 EP 0591899 A1 13-04-1994 JP 2746526 B2 06-05-1998 JP 6215878 A 05-08-1994 US 5550726 A 27-08-1996
GB 1603201	A	18-11-1981	AU 522657 B2 17-06-1982 AU 3391078 A 13-09-1979 BE 864783 A1 03-07-1978 CA 1100412 A1 05-05-1981 DE 2810472 A1 19-10-1978 DK 108778 A 12-09-1978 FR 2383571 A1 06-10-1978 JP 53144238 A 15-12-1978 NL 7802677 A 13-09-1978 NO 780811 A 12-09-1978 SE 7802662 A 12-09-1978 ZA 7801365 A 28-02-1979
JP 05199583	A	06-08-1993	NONE

Form PCT/ISA/212 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/GB 00/03742

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5859915	A	12-01-1999	AU 7365098 A WO 9849868 A1	24-11-1998 05-11-1998
SU 1678327	A	23-09-1991	SU 1678327 A1	23-09-1991
US 5745435	A	28-04-1998	FR 2744808 A1 DE 69705647 D1 EP 0789233 A1	14-08-1997 23-08-2001 13-08-1997
JP 62076958	A	09-04-1987	JP 2113970 C JP 8015288 B	06-12-1996 14-02-1996
JP 63014588	A	21-01-1988	NONE	
US 5131051	A	14-07-1992	JP 2004050 C JP 3168175 A JP 7036866 B	20-12-1995 19-07-1991 26-04-1995
US 6084974	A	04-07-2000	JP 6334459 A	02-12-1994

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマード (参考)	
H 0 4 R	3/02	H 0 4 R	5/02	H
	3/12	H 0 4 S	7/00	F
	5/02	G 1 0 K	11/16	H
H 0 4 S	7/00	G 0 1 S	7/52	J

(31)優先権主張番号 0022479.0

(32)優先日 平成12年9月13日(2000. 9. 13)

(33)優先権主張国 イギリス(GB)

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72)発明者 ゴーディー、アンガス、ゲイピン
イギリス国 ケンブリッジ、カウリイ ロード、 セント ジョーンズ イノベーション センター、1... リミテッド

(72)発明者 ビーネク、アービング、アレクサンダー
イギリス国 ケンブリッジ、カウリイ ロード、 セント ジョーンズ イノベーション センター、1... リミテッド

(72)発明者 ウィンドル、ボール、レイモンド
イギリス国 ケンブリッジ、カウリイ ロード、 セント ジョーンズ イノベーション センター、1... リミテッド

Fターム(参考) 5D018 AF14 AF22

5D020 CC03 CC04 CC05 CC06

5D061 FF02 FF07

5D062 CC13

5J083 AA04 AC07 AC26 AC29 AD04

AE07 BA01 CA02

【要約の続き】

情報をオーディオ信号と関連づけて放送することができる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.